



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

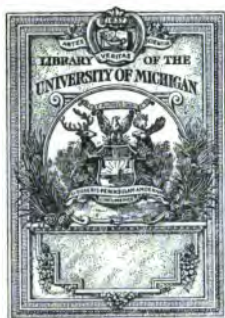
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



FROM THE LIBRARY OF  
**Professor Karl Heinrich Rau**  
OF THE UNIVERSITY OF HEIDELBERG

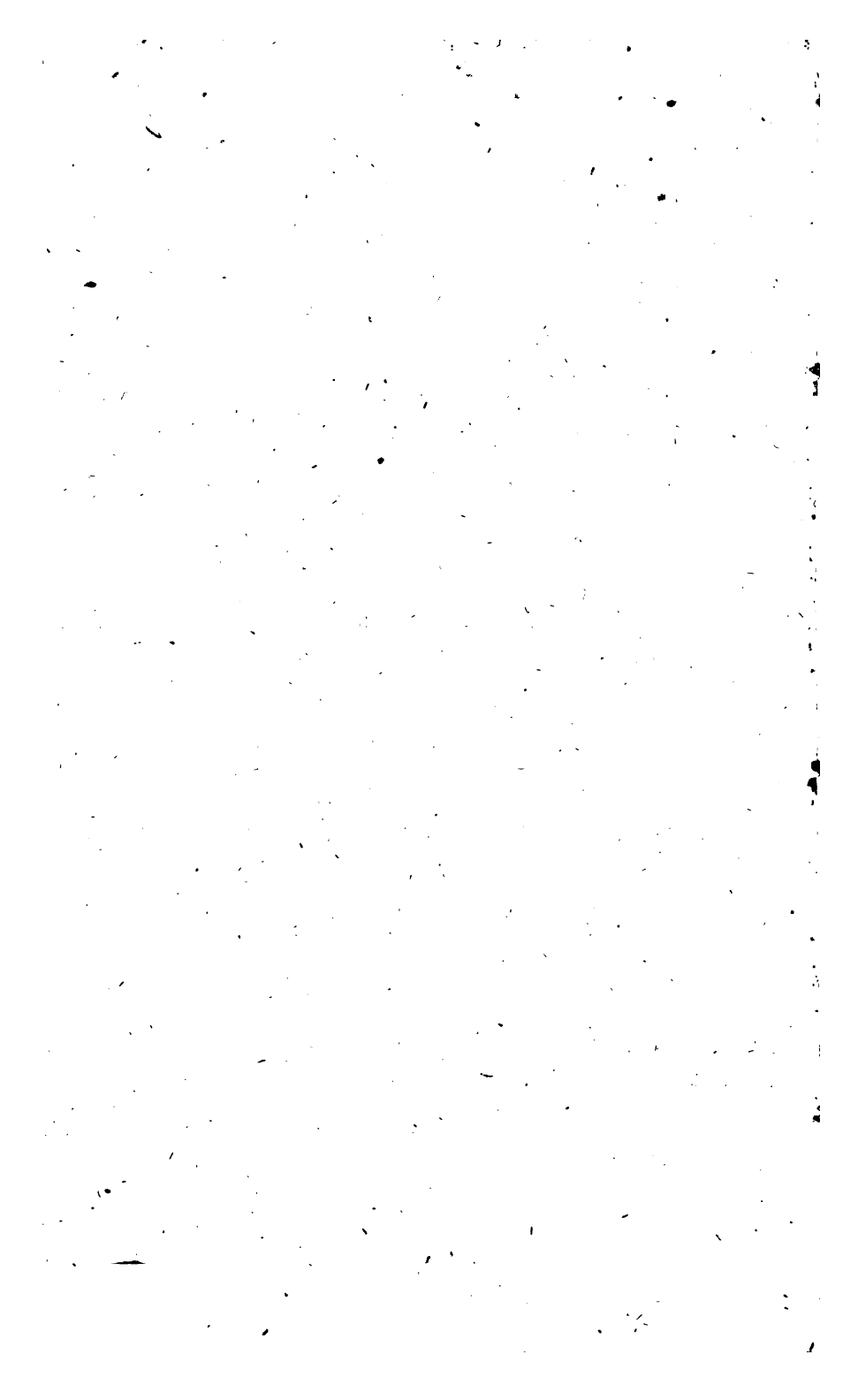
PRESENTED TO THE  
UNIVERSITY OF MICHIGAN

BY  
**Mr. Philo Parsons**

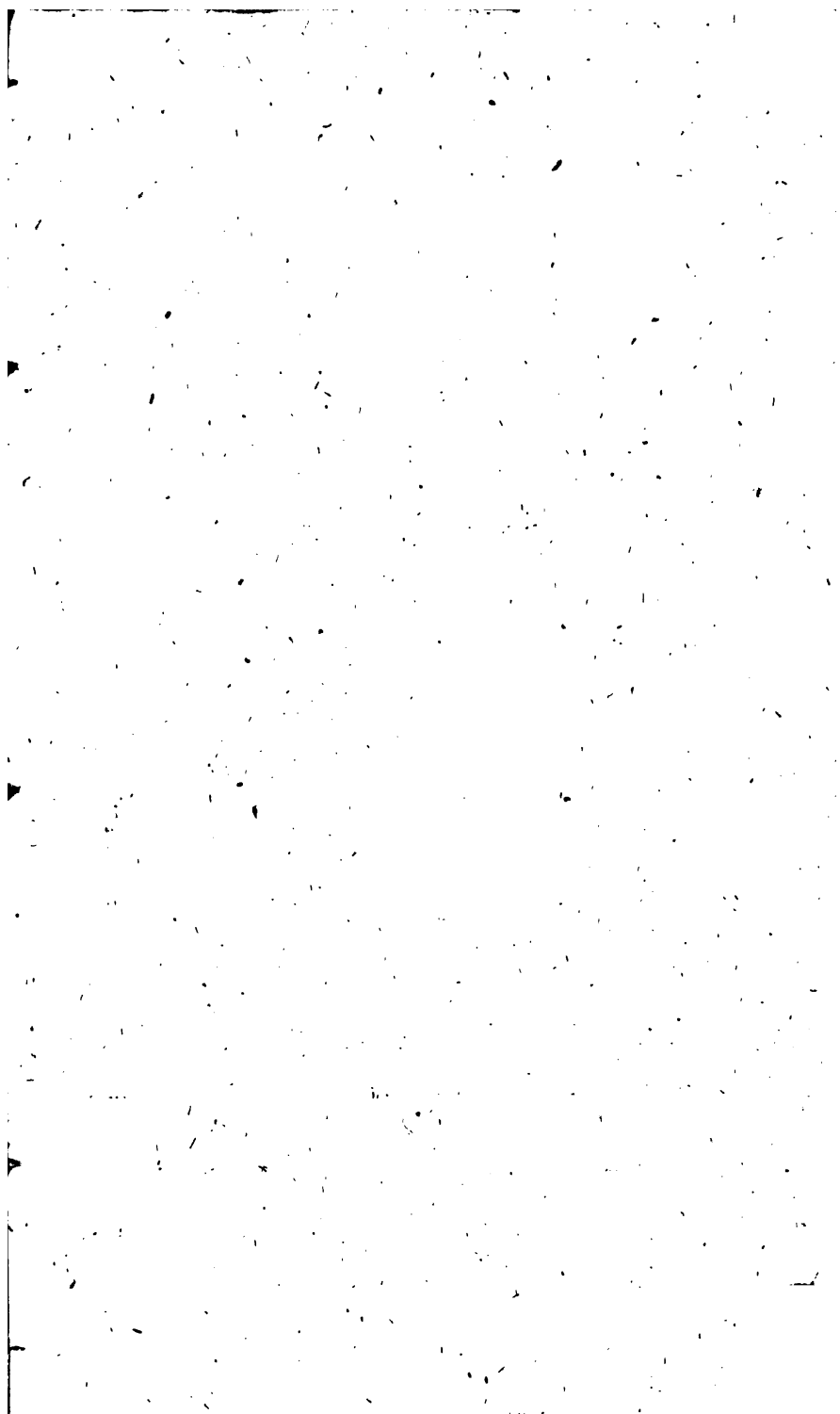
OF DETROIT

1871

S  
591  
H93







**L e h r b u c h**  
der  
land- und forstwirthschaftlichen  
**N a t u r f u n d e.**

---

Dritte Abtheilung,  
enthaltend  
die Bodenkunde,

von

Dr. J. Ch. Hundeshagen,  
ordentlichem Professor an der Landes-Universität zu Gießen u.

---

---

T ü b i n g e n,  
bei Heinrich Laupp.  
1830.

Die  
Bodenkunde



in

land- u. forstwirtschaftlicher Beziehung

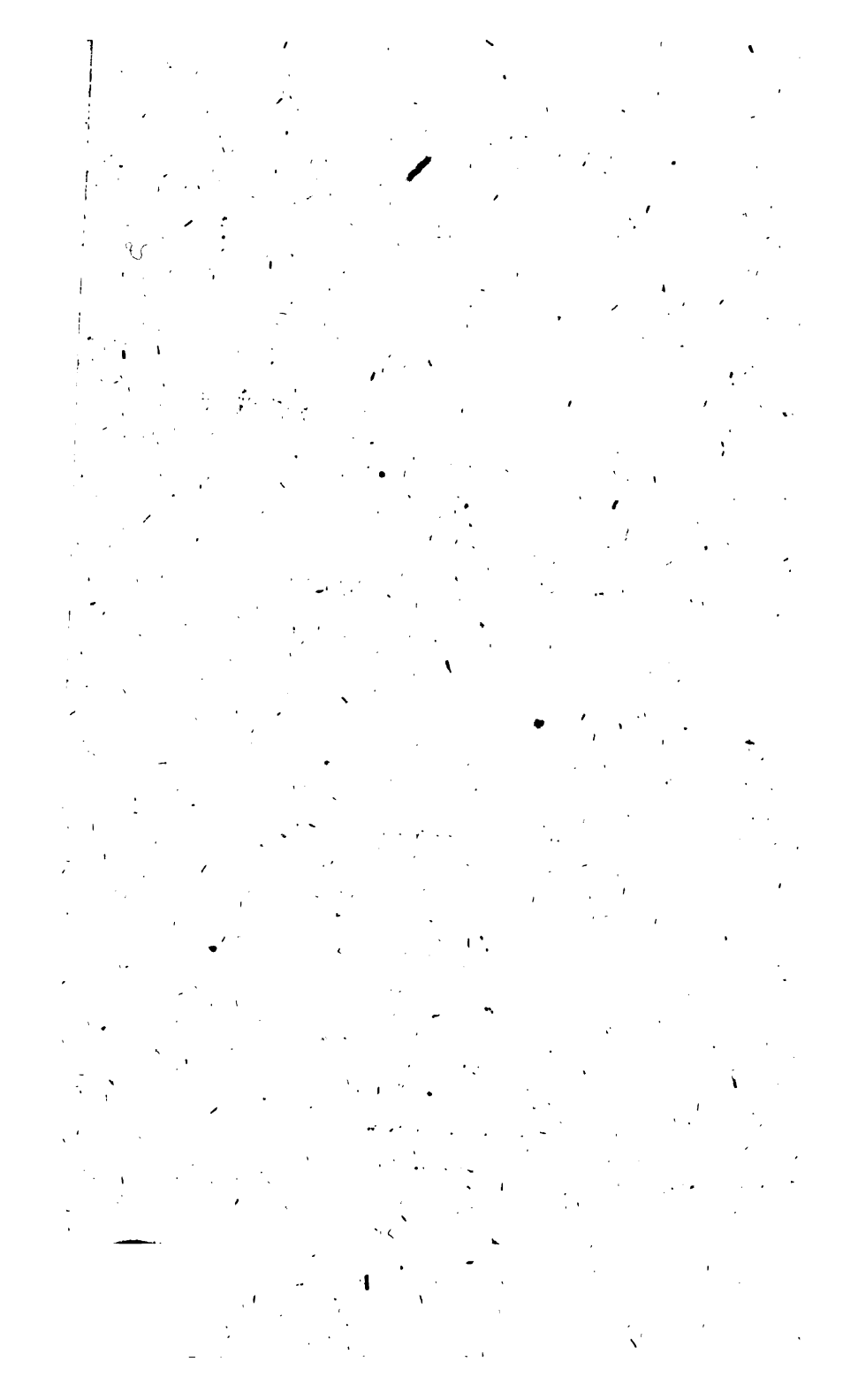
von

Dr. J. C<sup>h</sup>ristian  
Hundeshagen,

ordentlichem Professor an der Landes-Universität zu Gießen etc.

---

Tübingen,  
bei Heinrich Laupp.  
1830.



mp 2

9-6-40

Recher

## V o r r e d e .



Seit etlichen Jahren schon besitzt die land- und forstwirthschaftliche Literatur zwei bekannte Schriften über die Bodenkunde, welche — ihrem besondern Plane nach mit der Gebirgslehre anfangend, — den eigentlichen Hauptgegenstand, der zum Theil für die Folge versprochen ward, noch immer vermissen lassen. In Aussicht dessen war dem nunmehr hier zu Stande gekommenen Unternehmen einer Bodenkunde im strengern Sinne bisher einiger Aufschub gegeben worden, welcher endlich jedoch überflüssig schien, indem unsere Schrift vorerst immer wohl diejenige Lücke zu füllen im Stande seyn dürfte, die in den obigen andern beiden noch besteht; und es wird weiterhin denn auch eine ähnliche Schrift über die land- und forstwirthschaftliche Gebirgskunde der gegenwärtigen folgen, also unsere Ordnungsfolge die umgekehrte der von Andern seyn.

Erst während des Abdruckes der drei letzten Bogen dieser Schrift hatte mein hochgeschätzter Freund, der Herr Professor Schübler zu Tübingen, die Güte, mir die Aushängebogen seiner neuesten Arbeiten über Bodenkunde für Putzsch's bekannte Encyclopädie der Landwirthschaft mitzutheilen, indem auch er damals zuerst von meinem Unternehmen Kenntniß erhielt. Demnach muß ich gar sehr bedauern, daß ich unter solchen Umständen mehrere höchst werthvolle neue Beobachtungen, besonders über die physikalischen Eigenschaften der Erdarten, nicht noch benützen konnte; doch werde ich mit Vergnügen Gelegenheit nehmen, dieselben allernächstens anderwärts ebenso noch näher anzudeuten, als einige wahrscheinliche Berichtigungen und Vermehrungen zu dem Pflanzen-Verzeichnisse im S. 84 u. f. w. — Hoffentlich wird sich alsdann auch Manches, was hinsichtlich wirklicher Bodenzerlegungen u. zu wünschen übrig bleibt, nach und nach vervollständigen und nachtragen lassen.

Gießen im April 1830.

Der Verfasser.

# Inhaltsverzeichnis. -

|   |          |
|---|----------|
| Allgemeine Einleitung über Klima, Lage u. Boden überhaupt . . . . .   | Seite 1. |
| Vorbegriffe . . . . .   | S. 2.    |
| <b>Erster Hauptabschnitt. Von den Bestandtheilen oder Zusammensetzungen des Bodens und ihren physisch-chemischen Eigenschaften.</b> |          |
| Der Boden überhaupt und die Bedeutung von Erdrück, Ackerkrume, Dammerbe und Untergrund u. insbesondere S. 4                         |          |
| <b>Erster Abschnitt. Vom Erdrücke insbesondere.</b>   |          |
| Zusammensetzung des Erdrucks überhaupt . . . . .  | S. 5     |
| Entstehung des Erdrucks durch Verwitterung . . . . .  | S. 6     |
| Mehrfache Ursachen der Verwitterung überhaupt . . . . .   | S. 7     |
| Mitwirkung des Galvanismus auf die Verwitterung . . . . .   | S. 8     |
| Mitwirkung von Oxydationen auf die Verwitterung . . . . .   | S. 9     |
| Mitwirkung von Wasserverbindungen a. b. Verwitterung . . . . .  | S. 10    |
| Verwitterung im Großen . . . . .  | S. 11    |
| Verwitterungsfähigkeit der verschiedenen Felsarten . . . . .  | S. 12    |
| Die erdigen Produkte des Verwitterungsprozesses . . . . .   | S. 13    |
| Die fossilen kohligen Substanzen . . . . .  | S. 14    |
| Vegetabilisch = kohliger Gehalt des Bodens . . . . .  | S. 15    |
| Mineralisch = kohliger Gehalt . . . . .   | S. 16    |
| Verwesungsprozeß der Gewächse . . . . .   | S. 17    |
| Verschiedene Formen des Humus . . . . .   | S. 18    |
| <b>Zweiter Abschnitt. Vorkommen und Verhalten der einzelnen Bestandtheile des Bodens.</b>   |          |
| <b>A. Hauptbestandtheile des Bodens.</b>  |          |
| Vom kieseligen Bodenbestandtheile . . . . .   | S. 20    |
| Vom thonigen Bodenbestandtheile . . . . .   | S. 21    |
| Vom kalkigen Bodenbestandtheile . . . . .   | S. 22    |
| Vom talkerbigen Bodenbestandtheile . . . . .  | S. 23    |
| Vom Eisen = Bestandtheile des Bodens . . . . .  | S. 24    |
| Vom Mangank = Bestandtheile des Bodens . . . . .  | S. 25    |
| Vom humosen Bestandtheile des Bodens . . . . .  | S. 26    |
| Vom Wasser oder der Erbsfeuchtigkeit . . . . .  | S. 31    |
| <b>B. Von den Nebenbestandtheilen des Bodens.</b>   |          |
| Von den acht wesentlichsten Nebenbestandtheilen d. B. . . . .   | S. 32    |
| <b>Dritter Abschnitt. Von gewissen physikalischen Eigenschaften des Bodens, insbesondere.</b>                                       |          |
| Eigenschwere der Bodenbestandtheile . . . . .   | S. 34    |
| Wasseraufnahme = Fähigkeit . . . . .  | S. 35    |
| Ausroönungs = Fähigkeit . . . . .   | S. 36    |
| Raumveränderungs = Fähigkeit . . . . .  | S. 37    |
| Festigkeit und Consistenz . . . . .   | S. 38    |
| Wasseranziehungs = Fähigkeit . . . . .  | S. 39    |
| Eauerkstoffanziehungs = Fähigkeit . . . . .   | S. 40    |
| Erwärmungs = Fähigkeit . . . . .  | S. 41    |

Erst während des Abdruckes der drei letzten Bogen dieser Schrift hatte mein hochgeschätzter Freund, der Herr Professor Schübler zu Tübingen, die Güte, mir die Aushängbogen seiner neuesten Arbeiten über Bodenkunde für Putzsch's bekannte Encyclopädie der Landwirthschaft mitzutheilen, indem auch er damals zuerst von meinem Unternehmen Kenntniß erhielt. Demnach muß ich gar sehr bedauern, daß ich unter solchen Umständen mehrere höchst werthvolle neue Beobachtungen, besonders über die physikalischen Eigenschaften der Erdarten, nicht noch benutzen konnte; doch werde ich mit Vergnügen Gelegenheit nehmen, dieselben allernächstens anderwärts ebenso noch näher anzudeuten, als einige wahrscheinliche Berichtigungen und Vermehrungen zu dem Pflanzen-Verzeichnisse im S. 84 u. f. w. — Hoffentlich wird sich alsdann auch Manches, was hinsichtlich wirklicher Bodenerlegungen u. zu wünschen übrig bleibt, nach und nach vervollständigen und nachtragen lassen.

Gießen im April 1830.

Der Verfasser.



# Inhaltsverzeichnis. -

|   |         |
|---|---------|
| Allgemeine Einleitung über Klima, Lage u. Boden überhaupt . . . . .   | Seite 1 |
| Vorbegriffe . . . . .   | S. 1    |
| <b>Erster Hauptabschnitt. Von den Bestandtheilen oder Zusammensetzungen des Bodens und ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften.</b> |         |
| Der Boden überhaupt und die Bedeutung von Erdbreich, Ackerkrume, Dammerde und Untergrund u. insbesondere S. 4                           |         |
| <b>Erster Abschnitt. Vom Erdbreiche insbesondere.</b>   |         |
| Zusammensetzung des Erdbreichs überhaupt . . . . .  | S. 5    |
| Entstehung des Erdbreichs durch Verwitterung . . . . .  | S. 6    |
| Mehrfache Ursachen der Verwitterung überhaupt . . . . .   | S. 7    |
| Mitwirkung des Galvanismus auf die Verwitterung . . . . .   | S. 8    |
| Mitwirkung von Dryationen auf die Verwitterung . . . . .  | S. 9    |
| Mitwirkung von Wasserverbindungen a. d. Verwitterung . . . . .  | S. 10   |
| Verwitterung im Großen . . . . .  | S. 11   |
| Verwitterungsfähigkeit der verschiedenen Gesteine . . . . .   | S. 12   |
| Die erdigen Produkte des Verwitterungsprozesses . . . . .   | S. 13   |
| Die fossilen kohligen Substanzen . . . . .  | S. 14   |
| Vegetabilisch = kohliger Gehalt des Bodens . . . . .  | S. 15   |
| Mineralisch = kohliger Gehalt . . . . .   | S. 16   |
| Verwesungsprozeß der Gewächse . . . . .   | S. 17   |
| Verschiedene Formen des Humus . . . . .   | S. 18   |
| <b>Zweiter Abschnitt. Vorkommen und Verhalten der einzelnen Bestandtheile des Bodens.</b>   |         |
| <b>A. Hauptbestandtheile des Bodens.</b>  |         |
| Vom kieseligen Bodenbestandtheile . . . . .   | S. 20   |
| Vom thonigen Bodenbestandtheile . . . . .   | S. 21   |
| Vom kalkigen Bodenbestandtheile . . . . .   | S. 22   |
| Vom talkerbigen Bodenbestandtheile . . . . .  | S. 23   |
| Vom Eisen = Bestandtheile des Bodens . . . . .  | S. 24   |
| Vom Mangan = Bestandtheile des Bodens . . . . .   | S. 25   |
| Vom humosen Bestandtheile des Bodens . . . . .  | S. 26   |
| Vom Wasser oder der Erdsfeuchtigkeit . . . . .  | S. 31   |
| <b>B. Von den Nebenbestandtheilen des Bodens.</b>   |         |
| Von den acht wesentlichsten Nebenbestandtheilen d. B. . . . .   | S. 32   |
| <b>Dritter Abschnitt. Von gewissen physikalischen Eigenschaften des Bodens, insbesondere.</b>   |         |
| Eigenschwere der Bodenbestandtheile . . . . .   | S. 34   |
| Wasseraufnahme - Fähigkeit . . . . .  | S. 35   |
| Austrocknungs - Fähigkeit . . . . .   | S. 36   |
| Raumveränderungs - Fähigkeit . . . . .  | S. 37   |
| Festigkeit und Consistenz . . . . .   | S. 38   |
| Wasseranziehungs - Fähigkeit . . . . .  | S. 39   |
| Gauefflozanzziehungs - Fähigkeit . . . . .  | S. 40   |
| Erwärmungs - Fähigkeit . . . . .  | S. 41   |

hältnisse zwischen Boden, Klima und Lage, — der Bodenkunde selbst einleitend vorangehen. \*)

1) Die Vegetation, in ihrem ersten Uraufange, ist das Produkt von zwei Hauptfactoren, nämlich des Gesteins oder Bodens und der Meteoere, folglich einer bildenden Kraft, gerichtet oder wirkend auf einen erzeugungsfähigen Stoff; — oder sie ist die Folge der Einwirkung einer belebenden äußern Thätigkeit auf gewisse, im Materiellen des Erdkörpers ruhende innere Eigenschaften. Den Beweis dafür geben die kryptogamischen Gewächse, welche — ohne Hülfe eines Saamens — bloß unter der Wechselwirkung von Sauerstoff, Licht und Wärme auf befeuchtetes Gestein und Erdreich hervorgerufen werden können (Physiologie S. 17).

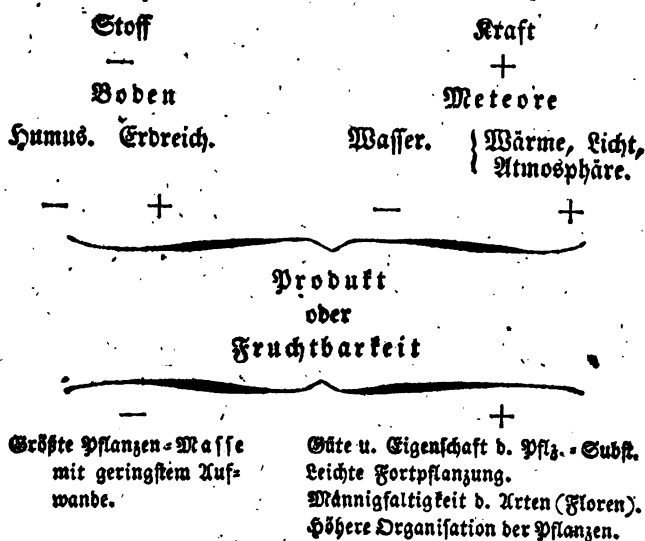
Aber auch das Leben der einmal gebildeten und nun fortdauernd durch Zeugung sich erhaltenden Pflanzen wird forthin in jener Weise von zwei Seiten her genährt. Der Einfluß und Erfolg jener Stoffe und Kräfte bleibt also unverändert derselbe.

2) Der erstere jener Factoren ist also der mehr passive, — der andere der mehr active. Jeder von beiden zerfällt nun wieder in etliche untergeordnete, die ebenfalls wieder entweder mehr passive, oder aber mehr active, d. h. materielle oder dynamische Bedeutung, besitzen. Es läßt sich dieß in folgendem Prospect anschaulicher machen und nach ihm kurz erläutern.

---

\*) Es ist nur ein gedrängter Abriß einer ausführlichen Abhandlung in des Verfassers „forstlichen Berichten und Miscellen 18 Heft Tübingen 1830 S. 1“, wo das Weitere nachzusehen ist. Er schien zugleich zur Verknüpfung der in besondern Händchen erscheinenden übrigen Theile der land- u. forstwirth. Naturkunde nothwendig. Hierüber am Schluß der Vorrede zu dem vorhergehenden Bande. (Physiologie).

## Vegetation



3) Im Boden sind Humus und Erdreich von sehr abweichender Wirkung; d. h. der erstere hauptsächlich von materiellem, das andere mehr von formellem oder dynamischem Einflusse. Unter dem Zusammenwirken von Feuchtigkeit, Sauerstoff und Wärme, also durch dieselbe Potenzen, welche (nach Nr. 1. unter gleichzeitiger Beihülfe des Lichtes) das niedere Pflanzenwesen selbst hervorzurufen im Stande sind, verwittert auch das feste Gestein unserer Erdrinde und liefert so größtentheils die Stoffe oder Bestandtheile für das Erdreich. Der Humus besitzt nur theilweis dieselbe Abstammung, indem er gewöhnlicher den kohligen Rest verwesener organischer Wesen ausmacht. Immer ist der Boden in Vergleich gegen die Meteore nur von sehr untergeordnetem Einflusse auf die Vegetation.

4) Den Gegensatz, dem Boden gegenüber, bilden die Meteor. — Ihr gleichzeitiges Zusammenwirken in bestimmten Verhältnissen nennen wir „Klima“, und ohne ein solches Zusammenwirken aller seiner einzelnen hier in Betracht gezogenen Theile ist gar keine Vegetation möglich. Von den letztern wirkt das Wasser mehr materiell, die übrigen dagegen fast nur dynamisch auf die Vegetation. Auch ist der Einfluß des Klimas immer der wichtigere, und folglich wird die Vegetation mehr davon, als von jeder andern Mitwirkung abhängig:

5) Es scheint kaum einem Zweifel unterworfen, daß der vorwiegende Kohlenstoffgehalt der Pflanzensubstanz durch den, von der Lebenskraft geleiteten, organischen Chemosismus ohne ein Weiteres, als den Miteinfluß von Sauerstoff, Licht, Wärme und Feuchtigkeit, aus letzterer selbst gebildet werden könne; daß also die Vegetation den Kohlenstoff nicht gerade voraus bedingt. Da jedoch der Humus, als Kohlenhydrat, der Pflanzensubstanz chemisch so nahe verwandt ist, als Stickstoff und Wasser der Thiersubstanz, so wird er auch von den Vegetabilien ebenso auffallend leicht assimilirt, als die letztern Stoffe von den Thieren, und hierauf hauptsächlich beruht seine sehr vorwiegende materielle Wirkung auf die Vegetation. Für seinen gleichzeitigen untergeordnet dynamischen Einfluß sprechen (unter andern) jedoch vorzugsweis diejenigen Gewächse, welche seine thätige Mitwirkung im Boden für ihr Gedeihen sichtlich bedingen, ohne davon wirklich etwas aufzunehmen (auszufaugen).

6) Das Erdreich leistet, — als Befestigungspunkt für die Wurzeln und durch seine Aufnahme-Fähigkeit für Feuchtigkeit und Wärme, — der Vegetation zunächst einen mechanischen Dienst; außerdem aber unterstützt es als Potenz sehr wesentlich den auf der Wurzeloberfläche

der Pflanzen statt findenden Verdaunungsproceß, ohne daß es hierbei ein Merkliches an Stoff unmittelbar in die vegetabilischen Nahrungsfüssigkeiten abzugeben scheint. Daher wirkt dasselbe im Allgemeinen mehr auf die Qualität, als Quantität, des vegetabilischen Produktes; oder es steht in letztem Falle der in den Pflanzenaschen sich wieder findende, meist sehr geringe Erden- und Metall-Antheil  $\alpha$ , wenigstens in keinem Verhältnisse zu der ganzen Wirkung der mineralischen Zusammensetzung des Erdreichs. Zudem ist es kaum einem Zweifel unterworfen, daß auf demselben Wege, wie der Kohlenstoff (oben Nr. 5), sich auch die Erdantheile der Pflanzenaschen ohne weiteres bilden können. Uebrigens wird diese selbstständige dynamische Wirkung des Erdreichs durch Zutritt des Humus nicht bloß merklich erhöht, sondern unter gewissen Umständen sogar wesentlich verändert, und sie zeigt sich von dieser Seite einigermaßen dem Einflusse des letztern untergeordnet.

7) Ohngeachtet das Wasser den körperlichsten Theil der Metere und den allgemeinsten Nahrungstoff der Gewächse ausmacht, — indem ohne dasselbe gar keine Vegetation möglich ist, wohl aber ohne alle Mitwirkung von Humus und Erdreich, — so wirkt das Wasser dennoch in Vergleich gegen den Humus weit mehr dynamisch, als materiell, auf die Vegetation. Letztere überhaupt, im Besondern aber die electrochemische Mitwirkung des Erdreichs auf die Pflanzenverdauung, wird deshalb mehr durch sehr mäßige nachhaltige Befeuchtungen, als durch größere Wassermengen unterstützt; und überhaupt ist die, für jene Verdauungs- und Ernährungsweise aus dem Boden bedingte, Sauerstoffanziehung des befeuchteten Erdreichs aus der Atmosphäre, von höchster Bedeutung. In Dunstform scheint kein Wasser in die oberirdischen Theile der Pflanze aufgenommen zu werden.

8) Die Wärme gehört neben dem Wasser oder Feuchtigkeith zu den wesentlichsten meteorischen Einflüssen für die Vegetation; und in dem Maße, als beide — vereint mit Licht und atmosphärischem Sauerstoff — in höhern Graden wirksam werden, vermag die Vegetation auch ohne Mitwirkung von Humus eine auffallende Lebhaftigkeit zu gewinnen; oder es reicht unter solchen Umständen wenigstens die kleinste Menge von Humus und materiellem Nahrungstoffe überhaupt für eine Vegetation schon hin, wie sie unter entgegengesetzten Umständen nicht möglich ist. Insofern ersetzen Wärme und Licht hier, so wie auch bei den Thieren (in Folge gesteigerter Verdauung und Assimilation?), — einen Theil des körperlichen Nahrungstoffes; wirken also gewissermaßen zugleich materiell. Von alleinigem Einflusse ist endlich ein veränderlicher Wärmegrad der Atmosphäre auf die verschiedenen Jahreszeiten, so wie auf das besondere Verhalten der Pflanzen während derselben.

9) Ohne Mitwirkung des Lichtes vermögen zwar Saamen zu keimen und selbst phanerogamische Pflanzen bis zu gewissem Grade zu wachsen, jedoch ohne zu ihrer normalen Ausformung zu gelangen, und von dieser Seite, wie überhaupt, zeigt das Licht sich von der reinsten dynamischen oder formellen Wirkung; welche auch in keiner Weise, oder nur höchst unvollkommen, künstlich sich ersetzen läßt. Jedoch bedürfen und lieben (wie zum großen Theil auch die übrigen Außeneinflüsse) — des unmittelbaren Sonnenlichtes nicht alle Pflanzen in gleichem Grade.

10) Von den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft läßt eine materielle Mitwirkung auf die Vegetation keineswegs sich vollständig erweisen, indem eine gewisse Menge derselben mit lebenden Pflanzen auf lange Zeit unter vollkommenem Abschluß gebracht, sich gar nicht ver-

ändert und bei der Respiration der Gewächse dieselben Luftarten, welche zu einer Zeit von der letztern aufgenommen werden, zu einer andern Zeit ziemlich in derselben Menge wieder zur Ausscheidung kommen. Namentlich scheint der atmosphärische Sauerstoff sich hauptsächlich nur einerseits als Reizmittel für das ganze Pflanzenleben, andernseits aber für die Erregung eines gewissen Elektrochemismus im feuchten Erdbreiche, insbesondere, wirksam zu seyn.

11) Alle übrigen Außeneinflüsse, hervorgehend aus einer abweichenden geographisch-physikalischen Lage, Gebirgsart und Gebirgsform, wirken fast durchaus nur dem einen oder andern der vorhergegangenen sechs Factoren analog, oder vielmehr: bald vermehrend, halb vermindern, auf denselben. Eine solche theilweise Begünstigung oder Steigerung nur eines jener (besonders meteorischen) Factoren ist jedoch selten oder nie von günstiger Wirkung, wenn gleichzeitig nicht auch ein oder mehrere andere in Mitwirkung stehende Factoren eine angemessene Veränderung erleiden, und demnach läßt die örtliche oder veränderliche Fruchtbarkeit auch nach keinem derselben allein sich bemessen.

12) Der Begriff von Fruchtbarkeit ist überhaupt sehr vielseitig, und zwar schon deshalb, weil verschiedene Pflanzengattungen für ihr Gedeihen ganz abweichende Außenverhältnisse bedingen. Zum andern besteht ein wesentlicher Unterschied, zwischen der größten Masse von Pflanzensstoff, zu dem die Pflanzengattungen unter diesen oder jenen Umständen gelangen, und wieder zwischen den besondern Qualitäten dieser selbst. Auch wird drittens noch dasjenige äußere Verhältniß zu den die Fruchtbarkeit im Allgemein bedingenden gezählt, was der leichten und zahlreichen Fortpflanzung oder Vermehrung

einer Pflanzengattung besonders günstig ist; oder auch dasjenige, was die höchste Mannigfaltigkeit und Reichtum an Pflanzengeschlechtern und Arten hervorruft. Endlich steht einer solchen örtlichen allgemeinen Fruchtbarkeit, immerhin noch eine besondere, für bloß eine gewisse Pflanzengattung bedingte, zur Seite.

## Vorbegriffe.

### §. 1.

Die Bodenkunde (Agronomie) belehrt „über die auf die Vegetation Einfluß äussernden Eigenschaften des Erdreichs.“

Dieser Miteinfluß des Erdreichs im Allgemeinen auf die Vegetation hat seine Andeutung nun theilweis schon in der vorhergegangenen Einleitung in allen seinen Beziehungen zu den andern, für die Vegetation bedingten Einflüssen, so weit erhalten, um nun speciell behandelt werden zu können.

- a) Ueber die Ansichten mehrerer Naturforscher, welche dem Boden allen Einfluß auf die Vegetation abzusprechen scheinen, und zugleich über die darauf Bezug habenden Erscheinungen und Gründe, wird erst im dritten Hauptabschnitte das Nöthige folgen.

### §. 2.

Die Bodenkunde läßt sich in folgende vier Hauptabschnitte einteilen:

- I. Von den einzelnen Bestandtheilen des Bodens und ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften.



II. Von den verschiedenen Bodenklassen und ihren physisch-chemischen Eigenschaften.

III. Von dem Einflusse und der Wirkungsweise des Bodens auf die Vegetation.

IV. Von den Merkmalen (Charakteristik) und der Prüfung des Bodens,

§. 3.

Besondere vollständige Schriften über die Bodenkunde besitzen wir nur äußerst wenige; dagegen wird darüber in physikalischen, so wie in forst- und landwirthschaftlichen Werken, mit abweichender Vollständigkeit gehandelt.

a. Besondere agronomische Schriften.

Crome (Dr. G. E. W.), der Boden und sein Verhältniß zu den Gewächsen u. Hannover 1812. 8.

b. Theilweise agronomischen Inhalts.

Willens, die forstmännische Lehre vom Örtlichen. Braunschweig 1800. 8.

Meyer (C. Chr. Fried.), System einer auf Theorie und Erfahrungen gestützten Lehre über die Einwirkung der Naturkräfte auf die Erziehung, das Wachsthum und die Ernährung der Forstgewächse u. s. w. Koburg u. Leipzig 1806.

Davy (Humphry), Elemente der Agrikultur-Chemie. Aus dem Englischen übersetzt von Wolf. Berlin 1813.

Hermstädt (C. F.), Grundsätze der experimentellen Kameral- und agronomischen Chemie u. Zweite Aufl. Berlin 1817.

Chaptal (Graf) Agrikultur-Chemie. Mit Zusätzen und Anmerkungen übersetzt durch Dr. D. F. Eisenbach u. 2 Bände. Stuttgart 1824. (Bodenkunde im I. Bd.)

**Haer's Grundsätze der rationellen Landwirtschaft.**  
4 Theile in gr. 4. Berlin 1809 u. 1810. (Die Bodenkunde im 1ten Theile.)

**Burger (Dr. Joh.) Lehrbuch der Landwirtschaft.** Erster Band. Wien 1819. 2te Auflage, daselbst 1825. 8.  
**Höb (Franz), Anfangsgründe der Naturlehre u. für Forstmänner, Ökonomen u. Kameralisten.** Wien 1825.

Anmerk. Einige andere Schriften über einzelne Zweige der Agronomie folgen weiterhin an ihrer Stelle.

## Erster Hauptabschnitt.

Von den Bestandtheilen oder Zusammensetzungen des Bodens und ihren physisch-chemischen Eigenschaften.

### §. 4.

Der Boden besteht aus der zerreiblichen, pulverigen oder erdigen, mit mehr oder weniger zerkleintem Fels- trümmern gemengten, — Masse unserer Erdoberfläche, worin zunächst die Pflanzen mit ihren Wurzeln sich verbreiten, und welche sich unterwärts an der dichten festen Felsmasse unseres Erdkörpers allernwärts abgrenzt. In Folge dessen kann der Boden, im Maaßstabe jener Abgrenzung, bald eine größere, bald eine geringere, Tiefe (Tiefgründigkeit) besitzen.

Der Landwirth bezeichnet den Boden bis zu derjenigen Tiefe, bis zu welcher hin er derselben für die Wurzelverbreitung u. der Kulturgewächse pflügt und düngt,

insbesondere durch das Wort „Ackerkrume“; der Forstwirth dagegen, der nur in höchst einzelnen Fällen den Boden durch Werkzeuge tief bearbeitet, benennt die zur Wurzelverbreitung der Forstgewächse erforderliche Bodentiefe „Dammerde“; beide aber ertheilen der, zunächst auf die Ackerkrume und Dammerde folgenden und sie begrenzenden, Erds- oder Steinschichten den Namen „Untergrund“. Wir betrachten daher den Boden überhaupt stets nach diesen zwei besondern Hauptschichten oder Abgrenzungen, indem der Untergrund in mehrfacher, besonderer, jedoch nur mittelbarer Beziehung und Mitwirkung auf die oberste Schicht steht.

- a) Seitdem wir denjenigen Stoff, welcher der obern Erdschicht bis auf die Tiefe der Wurzelverbreitung hin eine dunklere absteigendere Farbe verleiht, in der Wissenschaft durch das Wort „Humus“ unterschieden haben, kann neben diesem der alte Name Dammerde wohl bestehen und für den Anbau fähigen Theil des Bodens überhaupt gebraucht werden. Es steht auch nichts entgegen, daß eine Ackerkrume Dammerde zum Untergrunde habe, z. B. im Neuroden eines Waldbodens.

Auch der Bergmann verbindet mit dem Worte „Dammerde“ theils denselben Begriff wie der Forstmann, oder aber versteht er unter dieser Benennung die ganze obere, mit Steintrümmern gemengte Erdschicht, so weit die Verwitterung eingebrungen, und hierdurch die unterliegende Felsart aufgelöst worden ist, und also keine regelmäßige Schichtung in den Erds- und Felslagen Statt findet.

## Erster Abschnitt.

### Vom Erdreiche im Besondern.

#### §. 5.

Die Dryde des Silicium, Aluminium, Calcium und Magnium, so wie des Ferrum und Man-

gantium, des Carbonicum und Hydrogenicum der Chemiker, oder nach gemeinem Sprachgebrauch: die Kiesel-erde, Thonerde, Kalk- und Kalkerde; so wie das Eisen- und Mangandryd, Kohle und Wasser, machen ebenso die allgeräuchtesten vorwiegenden Elemente oder entferntesten Hauptbestandtheile des Erdreichs aus, wie bei bei allen Gesteinen in der Felsenrinde unseres Erdballes. Alle andere im Boden zufällig vorkommenden Stoffe oder Nebenbestandtheile sind gegen jene von höchst unerheblicher Menge, Bedeutung und meist nur von beschränktem örtlichen Vorkommen und Einfluß, kommen hier also noch weniger in Betracht als bei den Felsarten, indem bei der Verwitterung der letztern viele von jenen dem Erdreich ganz verloren gehen.

Wenige von jenen das Erdreich zusammensetzenden Bestandtheilen kommen, und zwar doch nur theilweise, in jenem elementaren Zustande vor; dagegen gewöhnlich, oder auch fast durchaus, in wechselseitiger chemischer Verbindung untereinander. Die Kiesel-erde nämlich entweder

a) mit sehr untergeordneten Antheilen von Thonerde, Kalk, Eisen u. s. w., als Kieselstaub oder Kieselsand (feine und kleine Trümmer und Krystalle des gemeinen Quarzes); oder

b) mit erheblichen Antheilen von Thonerde, als Thonsilikat oder gemeiner Thon, dem sich noch ein weiterer Bestandtheil, nämlich Wasser, chemisch beimißen muß, um den erweichungsfähigen und formbaren (plastischen) Thon, oder nach dem chemischen Begriffe: „Thon-Silikat-Hydrat“ herzustellen. Auch ist

c) die Kalkerde, so weit sie jenen und ähnlichen Verbindungen angehört, gewöhnlich mit Kohlensäure, oder zugleich einem gewissen Antheile Wasser, zu gemeinem Kalk chemisch verbunden. Ebenso verhält es sich

d) mit der Tallerde; so weit sie frei außerhalb jenen Verbindungen vorkommt; häufig bildet sie jedoch auch mit dem Kalk zugleich kohlensaure, wässerige Verbindungen, welche ebenso wie alle andere von den übrigen Elementen einzelne noch im untergeordneten Betrag chemisch und mechanisch mit aufzunehmen im Stande sind. Die Dryde

e) des Eisens und f) des Mangans sind theils in jenen Verbindungen versteckt, theils frei und mit oder ohne Wasserverbindung (Eisen-Dryd-Hydrate u.).

g) Der Kohlenstoff kommt ebenso theils in jenen Verbindungen, theils frei mit etwas Wasserstoff und Sauerstoff, oder aber in chemischer Verbindung mit wirklichem Wasser (Kohlen-Hydrat, Wasserkohle oder Humus) vor, welcher nur zufällig noch andere jener Stoffe in untergeordneter Menge chemisch oder mechanisch anhängen. Endlich erscheint

h) das Wasser, theils fest oder chemisch gebunden in jenen verschiedenen Weisen, theils frei oder auch flüssig als Aufweichungs- u. Auflösungsmittel einzelner von jenen.

Demnach also stellen aus jenen Elementen oder entferntesten Bestandtheilen im Wesentlichen sich überhaupt auch acht zusammengeseßtere Hauptverbindungen, oder nähere Hauptbestandtheile u. s. w. für den Boden her, und erstere können deshalb in allen Fällen, wo von den Bestandtheilen des Bodens im Allgemeinen die Rede ist, gar nicht oder so wenig mehr in Betracht, als zufällige andere Verbindungen, wie z. B. die der Kieseelerde und Humus mit dem Eisen, Kalk, Thall u. s. w. (Kieseisen, Kieselkalk, Humussauer Eisen, Humussaurer Kalk u.); obgleich diese mit andern besondern Beziehungen von Einfluß und Bedeutung sind.

Es wenig es sich übrigens auch mit den wissenschaftlichen Begriffen und Bedeutungen in der neuern Chemie vereinigen will, so haben sich dennoch die gemeinern Wort-Bedeutungen von erdigen und metallischen, alkalischen und kohligen, sauern und salzigen, so wie von mineralischen oder unveränderlichen, im Gegensatz mit den brennbaren kohligen und flüchtigen oder veränderlichen Bestandtheilen, im gewöhnlichen Sprachgebrauch erhalten, und können vielleicht noch lange nicht davon ganz ausgeschieden werden; weshalb wir dieselben vorerst hier auch beibehalten.

In Folge dieses gemeinen Begriffes läßt das Ganze durch nachstehenden Schematismus sich versinnlichen.

### I. Boden.

1) Ackertrume und Dammerde. 2) Untergrund.

### II. Erdreich.

A. Hauptbestandtheile. B. Nebenbestandtheile.

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| a) Kieselstaub u. Sand. | a) Zufällig untergeordnete Erd-Antheile.        |
| b) Gemeiner Thon.       | b) Zufällig untergeordnete Metall-Antheile.     |
| c) Gemeiner Kalk.       | c) Zufällig untergeordnete kohlige Antheile.    |
| d) Gemeiner Talk.       | d) Zufällig untergeordnete Schwefel-Antheile.   |
| e) Freies Eisenoryd.    | e) Zufällig untergeordnete Alkalien-Antheile.   |
| f) Freies Manganoryd.   | f) Zufällig untergeordnete Säure-Antheile.      |
| g) Freie Kohle.         | g) Zufällig untergeordnete Salz-Antheile.       |
| h) Freies Wasser.       | h) Zufällige kleinere u. größere Feilstrümmern. |

### §. 6.

Beinahe alles Erdreich (Anbau fähiger Grund) ist durch Verwitterung und Zertrümmerung von festen Gesteinen, entweder an derselben Stelle entstanden, oder aber in solch einem zertheilten Zustande von anderwärts angeschwemmt worden, weshalb denn auch die innern Zu-

sammensetzungen oder Bestandtheile derselben den Elementen nach im Wesentlichen von derjenigen Gebirgsart, die den Stoff dazu hergegeben hat, abhängig sind. Nur einzelne Gebirgslager, besonders der tertiären Formation, machen davon eine Ausnahme, indem sie augenscheinlich vornherein in erdiger Form gebildet wurden, z. B. der tertiäre Thon, Sand u. s. w.

Manches Mineral und manche andere Erdschicht scheint zwar ursprünglich in zerreiblicher erdiger Form gebildet, und ist es streng genommen doch nicht; indem oft ein schon früher vorhandenes Gestein den Stoff dazu geliefert hat. Dahin gehören sämtliche Schlamm- und Mergelniederschläge, die sich mechanisch in altem See- und Meeresgrunde gebildet haben und alsdann die Spur ihrer mechanischen Entstehung auch unverkennlich an sich tragen, z. B. manche Mergel- und Lehmlager.

Doch dürfen wir daraus nicht wieder folgern wollen, daß auch sämtliche sogenannte Trümmergesteine eines solchen mechanischen Ursprungs seyen, indem sich in neuerer Zeit dagegen immer mehr und mehr begründete Zweifel erheben (unter andern U. A. Raumer ic.).

#### S. 7 a.

Die Verwitterung der Felsmassen läßt nach engeren und weitem Grenzen, d. h. im Kleinen und Großen sich betrachten. Die erstere erfolgt nur unter dem unmittelbaren Einfluß der Atmosphäre und erstreckt sich gewöhnlich nur so tief in die Erdrinde hinein, als jene in diese unmittelbar eindringen und wirksam werden kann. Sie ist die unmerkliche Folge einer chemischen Zersetzung oder Entmischung der Gesteine unter dem Zusammenwirken von Feuchtigkeit und atmosphärischem Sauerstoff, da beide sich hierbei besonders thätig zeigen. Denn

es verwittert ein Gestein im Allgemeinen um so leichter und schneller, je mehr es fähig ist, sowohl dampfförmiges, als tropfbar flüssiges Wasser aus der Atmosphäre aufzunehmen, diese Befenchung lang in sich zu halten, und mittelst derselben den Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft auszuscheiden, anzuziehen und sich damit zu verbinden.

Erleidet dieses Gesetz auch im Großen einzelne Ausnahmen, oder vielmehr Abweichungen, so zeigt es sich doch darin stets folgerichtig, daß diejenigen Felsarten, welche dem einen jener beiden Stoffe zugänglich sind, dem andern aber nicht, unter sonst keinerlei Umständen verwittern; daß dagegen außerdem gewisse Felsarten, oder einzelne Theile derselben, auf natürlichem Wege niemals durch Verwitterung scheitern aufgelöst werden zu können.

Die Zertrümmerung oder mechanische Trennung und Zerstörung der Felsmassen geschieht auf eine dreifache Weise.

Entweder nimmt die ganze Masse eines Gesteins im Winter vieles Wasser in sich auf, und wird, wenn dies gefriert, mechanisch in kleine Stücke auseinander getrieben, die alsdann weiter noch verwittern; oder aber besitzen manche zur Wasseraufnahme und Verwitterung eben nicht sehr geneigte Felsarten ursprünglich ganz eigne, aus ihrer ersten Bildungszeit herrührende, äußerst feine, oft kaum bemerkliche Rißtrisse (oder gleichsam ein versteckter Blätterdurchgang von regelmäßiger und unregelmäßiger Richtung), in welchen Wasser und Luft allmählig eindringen, die Rißflächen oxydiren und so den Zusammenhang der Felsmassen dergestalt trennen, daß dieselben in viele, mehr oder wenig große, gewöhnlich auch scharfkantige Trümmer zerfallen, welche demohngeachtet späterhin der Verwitterung hartnäckig widerstehen.



Solche Felsarten liefern nur wenig Erdreich zwischen den entstandenen Steingeröllen und gewöhnlich mehr nicht, als von einzelnen leichter auflösliehen Parthien desselben Gesteines erfolgt, z. B. manche Basalte, Porphyre, manche Kalkfelsarten. Sogar von manchen Lagerquarzen zerfällt ein Theil der; aus der Zerklüftung größerer Massen hervorgehenden Trümmer, in losen Sand.

Wo endlich drittens: dergleichen und andere Fels- trümmer von mächtigen Wasserfluthen verschwemmt und hierbei unter sich gewaltsam gerieben werden, liefern dieselben ebenfalls mehr oder weniger erdigen Stoff, und sie selbst nehmen alsdann die abgerundete Geschiebform an; oder es erfolgen sandartige Gesteintrümmer, sowohl auf diesem Wege, als wie theilweis auch auf dem der Verwitterung, indem kleine Partikeln der letztern widerstehen.

Endlich pflegt die Verwitterung unter Mithülfe eines oberflächlich sich gebildeten Überzugs von Gewächsen sehr kräftig auf die unterliegenden Felsmassen einzuwirken; und zwar hauptsächlich durch den, von jenen herrührenden nachhaltigen Befeuchtungsgrad des Gesteins, so wie auch durch die zersetzende Eigenschaft der Wurzeln und aller vegetabilischer Stoffe überhaupt gegen die mineralische Verbindungen. In Folge dessen findet man zunächst um die, in Klufttriffe des Gesteins eindringenden Wurzeln, das letztere zuweilen sichtbar angegriffen. Jeder Flechtenüberzug über Gesteinen bewirkt dasselbe und kann als Anfangspunkt der Verwitterung betrachtet werden.

#### §. 7 b.

Die Verwitterung der Felsarten gehört unter die merkwürdigsten Naturwirkungen; und zwar einmal hinsichtlich der Kräfte, welche auf dem Zerfallen dieser starr-  
Gundeshagen's Bodenkunde.

sten und festesten Massen thätig sind; und zum andern: weil ohne dieselbe eine Vegetation kaum jemals möglich geworden seyn dürfte, und diese also eigentlich erst eine Folge von jener ist. Sie scheint hauptsächlich auf folgenden drei nächsten Ursachen zu beruhen, nämlich:

1) auf einer besondern, noch unzureichend erklärten, gänzlichen Aufhebung und Veränderung der chemischen Anziehungskräfte zwischen den die Felsarten zusammensetzenden Bestandtheilen;

2) auf einer stattfindenden höhern Oxydation einzelner dieser Bestandtheile an der freien Atmosphäre; und

3) auf einer gewissen Reigung und Fähigkeit beinahe aller jener Bestandtheile, eine chemische Verbindung mit dem Wasser einzugehen, also Hydrate zu liefern.

Jede dieser drei Ursachen entwickelt sich wieder aus einer Anzahl Thatsachen, die hier abgesondert zwar gerade so wieder gegeben werden sollen, wie sie in der Natur bestehen, — jedoch nicht ohne einen Versuch zu wagen, daraus den merkwürdigen Prozeß der Verwitterung vollständiger, als es bisher der Fall war, zu erklären.

- a) Wenn man die bisherigen Verwitterungstheorien, — welche nur die Wirkung des Frostes und Oxydation des Eisengehaltes der Gesteine aufnehmen — durchgeht, so wird man in Verlegenheit gerathen, wie sie in Ländern, die keine Frostkälte besitzen, statt finden und Pflanzenerde entstehen konnte; zudem als die Temperatur einer Urzeit stets über dem Gefrierpunkte gestanden zu haben scheint. Von einer andern Seite aber würde eine Verwitterung von Gesteinen nicht zu erklären seyn, die entweder nur sehr wenig, oder aber gar kein oxydationsfähiges Eisen besitzen. In Betracht also, daß dieser Gegenstand bisher noch sehr wenig und unvollständig behandelt wurde (z. B. auch von Davy a. o. a; Di.

(Seite 115), wird man hoffentlich den nachfolgenden ersten Versuch einer erweiterten Theorie mit billiger Rücksicht aufnehmen, im Falle demselben etwa noch manches abgehen sollte.

## §. 8.

Die erste derselben bezieht sich auf die sehr bekannte Erscheinung, daß manche, nach den Gesetzen der engsten chemischen Verwandtschaft sich besonders hergestellten flüssigen und festen Substanzen verschiedener Gattung, unter besondern Umständen zusammen in Berührung gebracht, sich wechselseitig und ganz gegen die gewöhnlichen Gesetze der chemischen Verwandtschaft zersetzen, und ihre Bestandtheile nun wechselseitig neue Verbindungen untereinander eingehen, oder auch mit andern Worten: daß Körper von geringer Verwandtschaft oft Mischungen zerlegen können, deren Bestandtheile ursprünglich durch stärkere Verwandtschaft verbunden sind oder waren.

Diese Trennung oder Entmischung von sehr innigen chemischen Verbindungen erfolgt bald mehr, bald weniger vollständig, jedoch zuweilen ganz auf dieselbe und ähnliche Weise, wie dergleichen Zerlegungen mittelst des galvanischen Apparates erfolgen, nämlich die aus jenen Prozessen neu hervorgehenden Verbindungen (Substanzen) verrathen hierbei zugleich eine Neigung sich räumlich zu trennen, und jede gesondert in entgegengesetzter Richtung, so weit es die Umstände gestatten, sich anzuhäufen, oder zu effloresciren.

Was sich in derselben Weise wirksam auf die Verwitterung der Gesteine macht, können wir also einem ähnlichen gegalvanischen oder elektro-chemischen Einflusse zuschreiben, bei welchem stets Feuchtigkeit und atmosphärischer Sauerstoff unter gewissen dauernden Wärmegraden als erste Fühler und Unterhalter der Prozesse sich in thätigster Mitwirkung zeigen (S. 7a).

Von den vorliegenden Thatsachen führen wir folgende an:

1) Die theilweise Zerlegung des schwefelsauren Baryts durch ägendes und kohlensaures Kali, unter Abkochen mit wenigem Wasser.

2) Das schwefelsaure Kali auf dieselbe Weise zerlegt durch Aeskalk und Natron.

3) Die Zersetzungen des schwefelsauren Natrons und Kalkes in einem befeuchteten, der Atmosphäre ausgesetzten Gemenge von gemeinem Erdbreich, oder auch in Berührung mit Eisen, wobei kohlensaures Natron efflorescirt.

4) Das salzsäurere Natron ganz auf die vorhergehende Weise und auch durch Mengung mit Kalk oder Schwefel zerlegt und zwar im Kleinen, wie im Großen, in den bekannten Natron-Seen von Ungarn, Egypten u.

5) Der kohlensäurere und kessäurere Kalk wird zerlegt durch kaustisches Kali.

6) Alles schwefelsäurere Salz überhaupt zerlegt sich sehr leicht zwischen faulenden vegetabilischen Substanzen und scheidet den Schwefel rein aus.

7) Die Zersetzungen des kohlensäurigen Ammoniaks durch befeuchtete Eisenfeile, und noch viele andere Beispiele dieser Art.

Die verschiedne Art und Weise, wodurch jene Erscheinungen, seit Berthollet's hierauf Bezug habender Theorie der Massenwirkung, erklärt worden sind, können hier nicht in Betracht kommen, da sie an den Thatsachen selbst nichts ändern, und nur diese uns hier vorzugsweis angehen.

Vor allen andern sind sie geeignet, uns einen deutlichen Begriff über die wahrscheinlichen Ursachen und Kräfte

zu verschaffen, welche täglich vor unsern Augen, den frühern festen Zusammenhalt unserer festen, harten Gesteine aufheben machen, sie zerfallen läßt, und nunmehr aus den entfernten Bestandtheilen neue erdige Verbindungen, meist ganz gegen das Gesetz der frühern Verwandtschaften, was dem Gesteine ursprünglich seine Entstehung gab, bewirkt und hervorruft.

- a) Man vergleiche Berthollet, Recherches sur les lois de l'affinité etc. übersetzt von Gischer. Berlin 1802. — Ferner: die mannigfachen Verhandlungen in den Annales de Chimie und mehreren andern Zeitschriften. Andere Belege für die galvanische Wirkung des Gesteins und Erdbreies in der Folge (im Abschn. von der Wirkung des Bodens im Besondern).

### §. 9.

Daß ferner auch durch die höhere Drydation einzelner Bestandtheile eines Gemisches diese selbst zersetzt werden können, gehört unter die ebenso unbestrittenen Thatsachen, als die oben aufgeführten.

Zum Theil beruhen einzelne der vorhin (§. 8.) ange deuteten Erscheinungen hierauf, indem es keinem Zweifel unterliegt, daß jede Drydation die galvanische Elektrizität, als Grundlage der chemischen Verwandtschaft, anregt, und in verschiedenen Graden zu steigern im Stande ist. Da nun ein großer Theil der metallischen Bestandtheile der Felsarten sich im frischen Gesteine auf niedrigen Drydationsstufen befindet, so kann schon der allmähliche Übergang dieser zu vollkommenen Dryden, ihre Anziehungskräfte und Kohäsion mit den übrigen erdigen Bestandtheilen sehr wesentlich schwächen und verändern, so wie auch ganz andere Verwandtschaftsverhältnisse hervorrufen. — Nirgends aber ist eine solche Drydation auf dem Wege der Verwitterung anders möglich, als durch Mithülfe

des Wassers (oder vielmehr Befeuchtung) und dieses wird also hier, wie bei allen chemischen Auflösungen, der Vermittler neuer Verbindungen, ohne durch diese selbst zerlegt zu werden.

Ob nun nicht auch manche erdige Bestandtheile der Felsarten, über ihre gewöhnlichen oder normalen Oxydationsstufen hin, im Verwitterungsprozesse etwa noch höhere zeitliche Verbindungen mit dem Sauerstoffe in derselben Weise einzugehen fähig sind, als es bei der Schwerverde, Kalk- und Strontianerde, im künstlichen Prozesse der Fäule ist, hat allerdings noch keineswegs ermittelt werden können, doch läßt es sich eben so wenig geradehin in Abrede stellen; und zwar um so weniger, als bei nahe jedes Gestein ohne Ausnahme im befeuchteten Zustande den atmosphärischen Sauerstoff mit Lebhaftigkeit aufnimmt. Diese Verbindungen des Sauerstoffes mit den befeuchteten Gesteinen sind zwar nur schwach und nicht ganz dauernd; allein dieß ist auch der Fall bei allen andern von jenen Hyperoxyden der Schwerverde u., und immerhin möchte dieselbe wenigstens für die Erregung einer geogalvanischen Wirkung hinreichen.

- a) Einige Aufmerksamkeit in jenen Beziehungen verdient der ganz eigenthümliche Zustand aller Erden und Metalle unmittelbar nach ihrem Niederschlage in wässerigen Flüssigkeiten. Mehrere derselben verbinden sich alsdann ohne weiteres sehr leicht und eng zusammen; — während dieß nach einigem Stehen (— und gleichzeitigen Sauerstoff-Anziehen aus der Atmosphäre) der unter Wasser verdeckten Niederschläge nur schwer, und nach vorherigem Austrocknen gar nicht mehr, gelingt. Selbst die Kieselerde scheint, nach ihrer Fällung aus sehr wässriger Kiesel Feuchtigkeit, hauptsächlich erst mehr durch Anziehung von Sauerstoff, als durch Kohlensäure, wirklich zu Boden zu fallen.

## §. 10.

Nicht weniger bemerkenswerth hinsichtlich der Verwitterung der Felsarten ist endlich die große Reizung und Fähigkeit beinahe aller ihrer Hauptbestandtheile zu Hydratbildungen, d. h. zur chemischen Verbindung der dahin gehörenden Erd- und Metalloryde mit einem Antheile Wasser.

In dem festen, noch unverwitterten Hauptgesteine der Erdrinde befindet noch keiner von dessen Bestandtheilen sich in jenem Hydratzustand, dagegen erlangt der größere Theil dieser, denselben erst während der Verwitterung, und die aus letzterer hervorgehenden Bodenbestandtheile sind daher (was man bisher größtentheils ganz übersehen hat) in der Mehrzahl wirklich Erden- oder Metallhydrate, oder auch Kohlenhydrate. Auf solche Weise bewirkt die Natur ohne weiteres Verbindungen, die man außerdem nur aus dem künstlichen chemischen Prozesse kannte; und wo erstere dergleichen vornherein nicht vollständig zu bewirken im Stande war, hat sie dieselbe wenigstens theilweis bewirkt, außerdem aber in mehreren secundären Mineralprodukten in einer Weise doch angedeutet, welche der künstliche Prozeß nicht kennt (z. B. in Hyalith, Opal, Jaspisopal u.).

- a) Bekanntlich bildet nur der Kieselguhr aus Island ein wirkliches Kieselhydrat, wogegen man den Wassergehalt des Hyaliths, des edlen und gemeinen Opals, Jaspisopals u. ebenso für mechanisch oder zufällig anhängend annimmt, als beim Kochsalze u. and.
- b) Ein Weiteres über die verschiedenen erdigen und metallischen Hydrate in der Folge in den §§. 12 u. 20 bis 28. — Unbegreiflich scheint es; daß Davy in seiner Agriculturchemie (oben §. 3.) Seite 207 sich geradehin gegen ein Vorkommen von Erde-Hydraten im Boden erklärt, und Chaptal Seite 340 seiner Agriz.-Chem. des Wassergehalttes gerade beim platischen Thone, wo derselbe so bezeichnend ist, gar nicht erwähnt.

## §. 11.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient noch die Verwitterung der Felsmassen im Großen, d. h. durch die Massen ganzer Gebirgslager bis zu erheblicher Tiefe hin. Sie wird unter allen Umständen durch einen gewissen Be-  
feuchtungszustand der Felsarten eingeleitet, und dieser weicht im Einzelnen sehr auffallend ab.

Alle sehr gesunde (frische) Kiesel-erdehaltige oder quarzige Gesteine nämlich, zeigen durch ihre Masse hin keine anhängende Feuchtigkeit mehr, obschon der wässerige Inhalt, den man in den Drüsenräumen der allebdichtesten von ihnen gefunden und sich lange Jahre gegen jede Austrocknung nach Außen erhalten gesehen hat, auf eine Abstammung derselben aus einem wässerigen Fluidum hindeutet. In den Drüsenräumen anderer scheint sich eine solche Flüssigkeit nicht erhalten zu haben, sondern ausgetrocknet zu seyn, wie denn namentlich nur mancher Säulenbasalt frisch aus dem Bruche solche eingeschlossene Wasser besitzt; folglich ist bei letzteren Felsarten, so lang sie im Gebirg gegen Austrocknung geschützt und feucht liegen, immerhin auf einen, wenn auch nur geringen Feuchtigkeitszustand zu schließen.

Dieser letztere besteht nun ganz unverkennbar und seinem Betrage nach sehr hervorstechend in der großen Anzahl von weniger quarzigen, dagegen mehr Thon- und Kalkerde haltigen Felsarten, so wie in den meisten Trümmergesteinen.

Alle dieselben kommen nicht bloß im eigentlichen Sinn durchnäßt und schwer zu Tag, und trocknen nachher erst mehr oder weniger schnell mit einem verhältnismäßigen Gewichtsverlust an der Luft aus, sondern sie verlieren dabei zugleich auch ihre frühere, die Bearbeitung derselben



sehr erleichternde Weichheit, so wie meist die Fähigkeit, letztere und ihren frühern Wassergehalt durch Untertauchen im Wasser wieder zu erlangen. Besonders auffallend ist diese Erscheinung an talkhaltigen Gesteinen, z. B. Serpentin, Toppstein, Meerschäum u. s. w., welche, frisch aus der Erde gewonnen, sich dreheln, schneiden und formen lassen, nachher aber austrocknen, sehr hart werden, und ebenso wie der Chlorit und Talkschiefer, gegen das Wasser nun völlige Undurchdringlichkeit zeigen.

In geringerem Grade ist dies Verhalten der Mehrzahl von Gesteinen eigen, indem nur wenige, nach längerem Liegen im Wasser auf eine durchbringende Befeuchtung zurückkommen, und besonders bloß mehrere Trümmergesteine, Schieferthon u. s. w., viel Wasser (zum Theil in sichtbaren Zwischenräumen oder Poren) später wieder aufzunehmen im Stande sind.

Etwas ähnliches zeigen alle aus dem Wasser niedergeschlagenen und einmal oder gar wiederholt ausgetrockneten Erdstoffe und Humus. Kuhl and nennt diese Eigenschaft überhaupt *Antiperistasis* und schreibt den Grund derselben dem durch Austrocknen erleichterten engern Zusammentreten der Massentheilen zu, obschon auch andere Ursachen im Miteinflusse seyn mögen.

Noch mangelt es in dieser Beziehung an einer hinlänglichen Anzahl sorgfältiger vollständiger Versuche, um bestimmt entscheiden zu können, ob einerlei und welche Ursachen? jenen Erscheinungen zum Grunde liegen. Vorerst kommt es darauf weniger an, als auf die Erfahrung, daß im Allgemeinen die Felsarten in dem Verhältnisse auch leichter verwittern, als sie zu jenem Feuchtigkeitszustande, — ohne daß er auf Porosität beruht, — geeigneter sind.

Da nun bloß die befeuchteten Gesteine Sauerstoff aus der Atmosphäre aufnehmen, und unter dem Miteinflusse von diesen wirklich verwittern (Dryde und Hydrate werden S. 6, 8, 9.) können, so muß unterstellt werden, daß der Sauerstoff entweder unmittelbar, oder mittelbar, in die befeuchteten Felsmassen tief eindringt, und auf ihre Verwitterung einwirkt.

Betrachtet man nun das dichte Gefüge der Gebirgssteine genau, so überzeugt man sich wohl, daß das unmittelbare Eingehen des Sauerstoffes in solche Massen seine sehr enge Grenzen finden müsse, und wirklich bringe die eigentliche, dem Auge durch eine Farbänderung sich bezeichnende höhere Drydation, oft nur kaum durch die äußerste Rinde der Felsarten, während dieselben desselben ungeachtet häufig viel tiefer in das Innere hinein ein mattes erdiges Ansehen gewinnen, den dichten Zusammenhang und ihre Festigkeit verlieren, und endlich ohne sich sichtbar höher oxydirt zu haben, zuerst in gröbere Bruchstücke zerfallen, welche dann später, im Gegensatz mit andern bloß zerklüftenden, nachher aber sehr dauernden Gesteinen (S. 6.), sich vollständiger noch an freier Atmosphäre zu Pulver auflösen.

Sehr beachtenswerthe Beispiele einer solchen tief in das innere der Felsmassen sich verbreitenden Verwitterung finden sich viele, auch sind einzelne solcher Fälle in Schriften übergegangen, z. B. eine merkwürdige Verwitterungsweise des Granits in großen Massen, in Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie, 5ter Band, Seite 386.

Diese Erscheinungen lassen keinen andern Schluß oder Erklärungsweise zu, als daß eine, auf der befeuchteten Oberfläche der Gesteine an der Atmosphäre durch ihren Sauerstoff angeregte geogalytische Wirkung, sich unter gewissen Umständen ausnehmend verstärkt und bis tief in

die einen gewissen Feuchtigkeitsgrad besitzenden oder annehmenden Felsmassen müssen erstrecken, ihre entweichenden (oxydirenden oder hydratistrenden) Einflüsse äussern, und so den festen Zusammenhang des Gesteins endlich in einer ähnlichen Weise aufheben und wirken, — können, als eine säuernde Wirkung durch den ganzen Bau der befeuchteten Voltaischen Säule hindurch erfolgt. Und so sehen wir durch das Zusammenwirken derselben Kräfte, nämlich Sauerstoff und Feuchtigkeit, welche hier die festen Gesteine in vierfach verschiedener Weise zu mürbem Erdbreich aufschließen, anderwärts in Verbindung noch mit dem Licht, nicht bloß die Urfanfänge aller Vegetation ebenfalls hervorrufen, sondern auch durch diese das Leben im keimenden Saamen geweckt werden, und weiterhin dasselbe dadurch hauptsächlich nur sich erhalten. Es wirkt folglich hier eine und dieselbe, schon mehrfach bezeichnete Kraft, in mehrfacher Weise bald auf das feste Gestein und die hieraus entstandene Pflanzenerde, bald auf den Saamen der Gewächse und auch auf diese letztern selbst.

- a) Die Resultate der in neuerer Zeit von mehreren Naturforschern geprüften Flüssigkeiten in den Drusenräumen von Achat, Bergkry stall, Schwerspath u. sind bereits ziemlich allgemein bekannt. Namentlich beobachtete der Verfasser auch in einem am Galvariberg bei Fulda vorkommenden dichten Säulenbasalts, sehr häufig mit Flüssigkeit gefüllte Drusenräume, die etwas wenig schweifelsaures und salzsaures Natron in Wasser gelöst enthielt. Auch gehören hierher die neuesten Ansichten von Struve über die Neubildung der natürl. Heilquellen 14 u. 24 Heft, Dresden 1826; und hierüber in Poggendorf Annalen VII. 348. Man stellt an letztem Orte namentlich in Frage: ob ohne chemische Einwirkung und geogastatische Mitwirkung den Gesteinen sich wesentliche ihrer Bestandtheile mitreißt durchseigerndem Wasser entziehen lassen möchten.
- b) Außer dem oben aufgeführten merkwürdigen Beispiele von Verwitterung der Felsmassen bis tief in das Innere der Ge-

birge hinein, liefert der Granit am Brocken dafür interessante Belege und auch Fuchs führt ähnliches aus Baiern an (vergl. Leonhard's Taschenb. f. Min. Jahrg. 1823 S. 94. Auch im Brauwadenschiefer und andern Felsarten sind sie nicht selten. — Insbesondere handelt der bekannte englische Mineralog Mac-Culloch in Leonhard's Taschenb. 1826 II. S. 209 über den Wassergehalt der Felsarten.

### §. 12.

Mit jener Unterstellung eines geogalvanischen Prozesses, als einer der wesentlichsten Ursachen der Gesteinsverwitterung, stimmt dann weiter auch der Umstand überein, daß das Felsgestein im Ganzen um so weniger von der Verwitterung leidet, je einfacher und reiner von fremdartigen, zufälligen Bemengungen sie zusammengesetzt sind, je weniger Gegensätze überhaupt, oder auch besonderer Art, sich also für eine solche galvanische Erregung darbieten, und daß umgekehrt unter entgegengesetzten Verhältnissen auch die Verwitterung um so schneller den Zusammenhang der Felsmassen aufhebt.

So sind die reinsten Kieselgesteine (Quarze u.) fast ganz unveränderlich. Sie zerklüften bloß ins Gröbere und Feinere, verlieren äußerlich auch wohl an Glanz und Frische des Ansehens, selten aber vermögen nur Steinflechten, welche vielleicht stets das Kennzeichen eines oberflächlichen, schwachen, erst beginnenden Grades von Verwitterung sind, auf ihnen zu haften. Sobald dieselbe dagegen einen zuweilen gar nicht erheblichen Antheil von Thonerde, Kalkerde, Kohlenstoff, Eisenorydul u. s. w. (bei Lagerquarz, Kieselstiefer u.) aufnehmen, verlieren sie gewöhnlich nicht bloß das reine krystallinische, sondern stufenweise auch ihren Zusammenhang und verwittern (jedoch meist langsam) ganz, oder auch nur theilweise die unreinern Parthien, zum Erdbreich; obgleich im Allgemei-

nen außerdem jeder Kieselgehalt in andern Gesteinen ihrem leichtern Verwittern ein gewisses Widerstandsvermögen zu verleihen, also es zu verzögern, im Stande ist.

Keine Thongesteine besitzen wir nicht, sondern selbst im reinsten Zustande bloß Thonsilikate. Sie verwittern in dem Verhältniß leichter, einmal: je mehr der Thon vorwiegt; und zum andern: je mehr verschiedenartige Antheile von Kalk, Talk, Eisenorydul, Kohle u. sich daneben im Gemische noch vorfinden.

Die Gesteine von krystallinisch-körnigem Gefüge sind ziemlich allgemein der Verwitterung überhaupt weniger, als die von erdigem Gefüge unterworfen, außerdem aber meist um so dauerhafter gegen die Wirkungen der Atmosphäre, je reiner und vollständiger das krystallinische im Einzelnen (körnigen Bestandtheil) und Ganzen sich herstellt, also von fremden Einnengungen und Formbeschränkungen (blättrigem Gefüge u.) frei gehalten hat. Daher widerstehen die reinsten krystallinischen Kalkgesteine der Verwitterung sehr lange; die dolomitischen aber, selbst mit Krystall-Gefüge, schon weniger, und die dolomitischen mit erdigem Gefüge verwittern auch ohne Thongehalt, — der sonst den gewöhnlichsten Maßstab für die leichtere Verwitterung der Kalkgesteine abgibt, ausnehmend leicht! Dasselbe zeigt sich beim Gypse, der überhaupt der Verwitterung wenig widersteht, und in einen kohlsauern Kalk übergeht. Die Talksilikate unter den Felsarten sind zum Theil sehr dauerhaft, besonders bei etwas vorwiegendem Kieselerdegehalte, sie bleiben es in dem Maße weniger, als Thonerde, Eisenorydul u. in die Verbindung mit eingehen, und in diesen letztern wirkt dann beinahe unter allen Umständen ein gewisser Antheil von Alkalien sehr mächtig auf die schnellere Verwitterung, und wie es scheint, namentlich dem Widerstande entgegen, den die Kieselserde jener sonst entgegen zu setzen pflegt.

Maasse Widerstand zu leisten. Daher ist fast jedes Kalkgestein im festen Zustande auflöslicher in Säuern, als die aus seiner Verwitterung entstandene Erde.

Die festen kohlensauren Kalkgesteine besitzen einen kleinen mechanischen, aber keinen chemischen Wassergehalt; sie erlangen den letztern aber bei der Verwitterung theilweis und noch neben der Kohlensäure ebensowohl, als es auch bei den schwach kieselsalkigen (besonders thonhalt- und eisenhaltigen) Verbindungen der Fall ist, und liefern nun theilweise kohlensaure Kalkhydrate u., es scheint also das Wasser hier meist nur einen Theil der Kohlensäure austreiben und ersetzen zu können. Dagegen sind viele im Ubergewichte mit Kiesel-erde (und Eisen?) verbundene Kalksteine (z. B. Bechstein) von Kohlensäure und Wasser zugleich frei, und erlangen beide bei der Verwitterung erst, — während ähnliche Verbindungen als frisches Gestein, schon theilweise kohlensauer sind.

4) Ebenso geht die Kiesel-erde mit dem Kalk-erdegehalt der Felsarten beim Verwittern sehr innige Verbindungen ein, welchen oft sich die Thonerde zugleich mit anschließt. Es entstehen hieraus reine und thonige Kalksilikathydrate, meist ohne allen Kohlensäure-Gehalt, wie dieser denn auch den meisten Verbindungen der Kalk-erde mit Kiesel-erde abgeht. Dagegen ist der aus jenen Prozessen hervorgehende reine und mit Kalk-erde, Thonerde u. verbundene Kalkbestandtheil des Bodens meist kohlensauer. Erstere Verbindung erweicht nicht mehr nach dem Trocknen an der Luft und ist nun auch in Säuern ohne Weiteres nicht auflösbar, wird dagegen in enger Berührung mit Humus (u. and. veg. Stoff.) wieder erweichbar. Ubrigens verwittern die an Kalk-erde reichen Gesteine, wegen ihrer großen Verbindungsneigung mit Wasser, leicht.

5) Das Eisen kommt in den Felsarten vom schwächsten bis zum höchsten Oxydationsgrade schon vor. Während der Verwitterung gelangen erstere zur höhern Säuerung und Verbindung mit Wasser und liefern Eisenoxydhydrate; oder sie verbinden sich mit Kohlensäure und Humussäure; so wie auch mit der Kieselserde zu Kieseisen und werden alsdann in Mineralquellen zuweilen sogar auflöslich gefunden (Dr. Mettenheimer in der Kreuznacher Salzsoole. Rastner Archiv IX. 18. Heft). Auch mit Kalk, Talk und Thon geht das Eisen bei der Verwitterung engere Verbindungen ein. Die einmal an der Luft getrockneten Eisenoxydhydrate verlieren sehr an Auflösbarkeit in Säuern, und die vollständig wasserfreien sind darin ganz unauflöslich ohne vorheriges Aufschließen.

6) Ziemlich gleich dem Eisen verhält sich in der Hauptsache auch der Mangangehalt der Gesteine.

7) Die bituminösen Gesteine, z. B. Stinkstein u. (und einen gewissen Antheil Bitumen haben sehr viele) verbleichen bei der Verwitterung allmählig, verlieren ihren Geruch, und das Bitumen scheint also — nach Ausscheidung und Verflüchtigung eines Stickstoffgehaltes, in ein reines Kohlen-Oxyd-Hydrat (Humus) überzugehen und alsdann ausgewaschen zu werden. Meist verwittern diese und auch die kohlehaltigen Gesteine, so weit ein starker Kieselerdegehalt nicht entgegensteht; ziemlich leicht und liefern alsdann ganz beträchtliche Antheile Humus in das Erdgemenge, indem derselbe sich nicht bloß frei einmischt, sondern auch mit der Thon-, Kalk-, Talkerde und Eisen sehr innige Verbindungen, wovon die drei letzten im Wasser lösbar sind, eingeht. Zuweilen effloresciren aus bituminösen Gesteinen auch wohl Salze.

8) Sehr merkwürdig ist das gänzliche Verschwinden des Gehaltes der Felsarten an Alkalien beim Verwittern  
Hundeshagen's Bodenkunde.

zugleich mit gewissen Antheilen von Kiesel-erde, so daß in solcher Weise sich natürliche Kieselfenchigkeiten (— zum Theil auch Kieselkalk-Auflösungen in Wasser) herzustellen, und zu ähnlichen Bildungen wie der Hyalith den Stoff liefern zu können scheinen; wogegen die Kiesel-erde in andern Fällen (z. B. in den heißen Sprudeln des Geysers in Island und in andern Mineralquellen) wohl auch in Flußsäure und Kohlensäure (Voggenbörs Annalen VI. Bd. S. 351) auflöslich aus dem Innern der Erde herauf gelangt.

Weil nun jene sieben oder acht Elemente der Felsarten unter allen Umständen bei der Verwitterung nach ziemlich gleichen Gesetzen sich zu Erdbreich verbinden, so kommen dem qualitativen Verhalten nach auch weit weniger besondere Bodenklassen, als Gattungen von Gebirgs-steinen vor; und die von jeder der letztern abstammenden Erdmenge unterscheiden sich daher mehr nach den quantitativen Verhältnissen in ihrer Zusammensetzung.

a) Ueber das besondere Verhalten der näheren Bestandtheile der Fels-esteine (Quarz, Feldspath, Glimmer, Hornblende etc.) bei der Verwitterung, so wie auch der verschiedenen Felsarten im Großen, kann erst in der Gebirgs-kunde gehandelt werden.

b) Nach Darracq's Versuchen verbinden sich im frisch niedergeschlagenen Zustande nur einige Erden sehr innig, nämlich 1) Kiesel- u. Thonerde, beide aus Kaliauflösungen frisch gefällt; 2) die Kiesel-erde in demselben Zustande mit flüssigem Kalk- u. Strontianhydrat; (wahrscheinlich auch Kiesel-erde mit Eisen und mit kohlensaurem Talkhydrat). — Weniger oder gar nicht vollständig (innig) sind nach ihm künstliche Verbindungen der andern Erden etc. Vergl. franz. Annalen der Chemie 40. Bd. 18 Hest. In der Natur vorkommende Verbindungen scheinen dem jedoch hin und wieder entgegen zu stehen.



- c) Ein sehr interessantes Eisen-silicat-Hydrat beschreibt neuerdings Kobell in Poggend. Anal. d. Phys. XIV. 3. St. S. 467. Nur wenige solcher Fossilien besitzen einen ursprünglichen chemischen Wassergehalt und meist nur solche, die niemals einen nähern Hauptbestandtheil der Felsarten ausmachen, sondern größtentheils eine spätere secundäre Entstehung verrathen oder eine untergeordnete Stelle einnehmen, wie z. B. bei Gyps, Stilbit, Harmotom, Mesotyp, Meerschäum, Speckstein und mehrere andere.

## §. 14.

Der kohlige Bestandtheil des Bodens gehört unter die für die Vegetation sehr wesentlichen Stoffe und verdient daher noch einer besondern nähern Betrachtung. Bekanntlich stammt derselbe entweder aus kohligen Felsarten (z. B. Anthrakonit u.) und besondern fossilen kohligen Substanzen (Braun- und Steinkohlen u.) ab und ist dann meist ein ursprünglicher, oder er hat sich erst später, aus verwesenen organischen Resten, bloß auf der Oberfläche des Bodens erzeugt und der Dammerde beige-mengt (Torf, Humus u.), und besitzt also einen secundären Ursprung.

Nach den neuesten chemischen Prüfungen jener kohligen Substanzen, namentlich durch Karsten, Sprengel u. A. \*), scheinen die abweichenden Gestalten und Eigenschaften, unter welchen dieselbe vorkommen, beinahe allein auf den Mengeverhältnissen ihrer nähern Hauptbestandtheile zu beruhen. Diese letztere sind Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, in sehr untergeordneten Beziehungen dagegen stehen die, denselben in sehr abweichendem Verhältniß noch zukommenden Antheile von Stickstoff, Alkalien, Erden und Metallen.

\*) Karsten, Untersuchungen über die kohligen Substanzen des Mineralreichs überhaupt u. Berlin 1826. 8. (auch in dem Archiv für Bergbau und Hüttenwesen abgedruckt).

Sprengel, über Pflanzenhumus, Humusflure und humusfaure Salze etc. Abhandl. in Karstens Archiv f. d. gesammte Naturlehre. VIII. Band. 28. Heft. Nürnberg 1826.

Jene Untersuchungen betreffen alle kohlige Substanzen, nämlich sowohl den Anthracit, Asphalt, Graphit, Braun- und Steinkohlen etc., als auch den Torf, den Humus, die Pflanzensubstanz etc.; und gerade in diesem Zusammenhang werden sie sehr belehrend, selbst für die einseitige Beziehung, in welcher der kohlige Bestandtheil des Bodens zur Agronomie steht. Ihre wesentlichsten und für unsern Zweck wichtigsten Ergebnisse sind folgende.

1) Die Holzfaser bedarf bei ihrer, auf verschiedene Weise erfolgenden, Verwesung und ihrer Zersetzung mittelst Alkali einer nur sehr unerheblichen Veränderung ihres Mischungs-Verhältnisses zwischen dem Kohlen-, Sauer- und Wasserstoffe, um eine zusammenhangslose, erdige, dem Humus, Torf und der Steinkohle ähnliche Substanz zu liefern. Es ergiebt sich dieß aus folgender Uebersicht mehrerer verschiedenen kohligen Zusammensetzungen, aus welchen die untergeordneten Bestandtheile (Alkalien, Erden, Metalle) ganz außer Rechnung gelassen sind.

| Elementar-Zusammensetzung<br>mit Ausschluß der bei den Verbrennungen erfolgenden Aschen. | Gewichtstheile   |                 |                  |
|--|------------------|-----------------|------------------|
|  | Kohlen-<br>stoff | Sauer-<br>stoff | Wasser-<br>stoff |
| Die trockne unveränderte Holzfaser von den gemeinen Bäume.                               | 51,45            | 42,73           | 5,82             |
| (Weide nach Lhenard)   | 52,50            | 41,86           | 5,70             |
| (Weide nach Marcet)  | 50,00            | 44,47           | 5,53             |
| (Nach Ure)   | 49,80            | 44,65           | 5,55             |
| Bosille Holz aus Braunkohlen (Karsten)   | 44,30            | 50,50           | 5,20             |
| Humusäure (nach Sprengel)  | 64,10            | 39,87           | 5,03             |
| Almin (nach Döbereiner)  | 58,00            | 39,92           | 2,10             |
| Torf (nach Fikenscher *)   | 41,38            | 55,21           | 3,41             |
| Gemeine Braunkohle (Karsten)   | 66,66            | 10,39           | 18,59            |
| Steinkohle (aus Bergensdorf, Karsten)  | 77,88            | 19,55           | 2,57             |
| Desgleichen (aus Werden, Karsten)  | 76,07            | 21,09           | 2,84             |
| Anthracit (der reinste, Karsten)   | 88,68            | 8,11            | 3,20             |
| Graphit (der reinste, Karsten)   | 95,00            | 5,25            | übrige<br>fehlen |
| Gewöhnliche Holzkohle (Gießen, Döbereiner)   | 96,00            | 4,65            | gan-<br>z        |
| *) Darneben noch 2,76 Stickstoff und 1,70 Asche.   | 96,36            | —               | 3,64             |
|  | 98,63            | —               | 1,37             |

2) Die Braun- und Steinkohlen (höchst wahrscheinlich auch Humus, Torf ic.) besitzen so oft eine mehr braune wie schwarze Farbe, als ihr Kohlenstoffgehalt, im Verhältniß gegen die beiden andern Bestandtheile, geringer ist. Dichtigkeit, Glanz und tiefere Schwärze u. nehmen daher mit dem Uebergewichte des Kohlenstoffes bei ihnen immer mehr zu.

3) Einen Erdharzgehalt besitzen gewöhnlich jene fossile Kohlen, in welchen der Wasserstoff im größern Verhältniß gegen den Sauerstoff steht. Unter mehreren Umständen kann in ähnlichen Substanzen ein Theil des Kohlenstoffes mit dem Sauerstoff und Wasserstoffe zu einem Harze sich verbinden, indem das gemeine Harz der Tannen aus 76,0 Gewichtstheilen Kohlenstoff, 13,3 Sauerstoff, und 10,7 Wasserstoff zusammengesetzt ist.

4) Von jenen kohligten Substanzen sind diejenigen, in welchen Sauerstoff und Wasserstoff zusammen bis zu ein Viertel des Ganzen ausmachen, und der Wasserstoff nahe so viel und noch weniger beträgt, als zur Wasserbildung nöthig ist (also etwa  $\frac{1}{4}$  des Sauerstoffes und noch weniger), zu mehreren chemischen Veränderungen und Verbindungen geeignet, die den übrigen nicht eigenthümlich ist. Nämlich

a) erstere erweichen im Wasser entweder (Humus, Torf), oder nehmen es doch in erheblicher Menge in sich auf, und verlieren, bei gewöhnlicher Temperatur völlig getrocknet, den Rest dieses Wassers doch erst in der Wasserlebhige wieder; eine Eigenschaft, die alle Hydrate vorzugsweis besitzen und welche vom Holze, oder Humus und Torfe, durch die Braunkohlen und Steinkohlen hin (in denen der Gehalt an Sauerstoff und Wasserstoff tief herunter geht), merklich abnimmt.

Eine Uebersicht derjenigen Wassermenge, die verschiedene jener Körper zwischen  $12^{\circ}$  und  $80^{\circ}$  Reaum. verlieren und aus der Luft auch wieder anziehen, theilt Karsten (a. o. a. D. S. 38) mit.

b) Sie liefern bei der trocknen Destillation ziemlich in denselben (— jedoch nicht streng directen! —) Verhältnissen saures Wasser, bald mit, bald ohne Ammoniakgehalt. Der Rückstand an fester Kohle nach der Destillation, ist zum großen Theil von dem Stärkern oder schwächern Hitze grad, den man bei letzterer anwendete, und von dem Gange desselben abhängig.

c) In den angegebenen Verhältnissen liefern jene Substanzen in reinem siedendem Wasser auch einigen bittern Extractivstoff (auflösblichen Humus, oder humussaure Alkalien, Erden u.), mit Ausnahme der wahren Steinkohlen.

d) In der nämlichen Stufenfolge sind Humus, Torf, Holz und Braunkohlen kalt und bei der Siedhize u. in trockenem und wässrigem Aetzkali, bald mehr, bald weniger leicht und vollständig, auflöslich. Schon die bessere Braunkohle bleibt, selbst bei erhöhten Temperaturen, größtentheils unauflöst; und auf Steinkohlen von großem Kohlenstoffgehalt, besonders wenn ihr Wasserstoff-Antheil gegen den des Sauerstoffs bedeutend ist, wirkt das wässrige Aetzkali in der Digerirwärme gar nicht und das Kalihydrat nur sehr wenig, im Falle man die Kohlen damit stark erhitzt und nachher erst mit Wasser übergießt; wogegen die an Kohlenstoff armen Kohlen, die zugleich wenig Wasserstoff im Verhältniß zu ihrem Sauerstoffe besitzen, schon stärker angegriffen werden und sich wie die Braunkohlen verhalten. Dagegen löst sich die erdige hellbraune Moor Kohle schon in kohlensaurem Kali zu O, 80 ihres

Behaltet, also bis auf  $\frac{1}{2}$  Gewichtstheile, — auf. Die auf solche Weise gemachten dunkelfarbigten Auflösungen vom Holze, Braunkohlen und Steinkohlen, liefern durch einen Zusatz von Salzsäure einen Niederschlag von U<sub>2</sub>min, der von allen dreien (und dem Torfe) ganz gleiche Beschaffenheit besitzt.

**24. Aug.** Das Brancopit die Umwandlung der Holzfaser, des Feinwandts u. durch Kalihydrat in U<sub>2</sub>min zuerst entdeckt, ist bekannt; ebenso — wie die ähnliche, aber schwächere Wirkung des Kalks und der andern Alkalien, und daß aus allen Auflösungen kohligter Substanzen in denselben die mineralischen Säuren ebenfalls jenen Niederschlag bewirken. Diesen Niederschlag und die Auflösung, aus der er sich bildet, fand auch Karsten am so-heller (Nischebraun) gefärbt, je weniger Kohlenstoff (und wahrscheinlich um so mehr Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnisse wie 1 zu 8) sich darin vorfand.

e) In jenen Verhältnissen widerstehen auch die oben bezeichneten kohligten Substanzen den Veränderungen, welche die Salpetersäure, Salzsäure, und Schwefelsäure theilweis zu bewirken im Stande sind, mehr oder weniger. Jederzeit entziehen letztere den erstern, so wie den Anthracit und Graphit, die außerdem gar nicht angegriffen werden, ihre untergeordneten Antheile an Alkali, kalischen Erden und etwas von ihrem gewöhnlichen Metallgehalte (Jederzeit bloß in Eisen und Mangan bestehend). — Die Salpetersäure zerlegt sich mit mehreren derselben zu neuen Verbindungen.

f) Die durch trockne Destillation und im offenen Feuer von gewöhnlichem Holze gewonnene gemeine Kohle, besitzt gar keinen Sauerstoffgehalt mehr, sondern ist, neben dem darin enthaltenen Aschenreste, bloß auf Kohlenstoff, mit einem sehr geringen Antheile von Wasserstoff, zusammen gesetzt, also eine Wasserstoffkohle; und von dem Riech- und Lampenruche nur dadurch ver-

schießen, daß letzterer keine Asche oder erdige ic. Bestandtheile enthält, sondern rein aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht. Diese Feuerkohlen sind nun unter keinerlei Umständen, weder in Säuren und Alkalien, noch auf dem Wege der Verwitterung (so weit diese bis jetzt beobachtet ist), auflösbar, oder sonst zu verändern und anders zu zerstreuen, als im offenen Feuer. Sie unterscheiden sich hierin also von allen jenen Kohlen sehr wesentlich.

5) Alle, selbst die besten (Kohlenstoffreichsten), jener fossilen Kohlenarten erleiden unter dem freien Zutritt der atmosphärischen Luft eine Veränderung, und alle Erscheinungen und Erfahrungen beim Grubenbau deuten darauf hin, daß die Atmosphäre den Kohlen ihren Wasserstoffgehalt vermindert, also zwischen ihm und dem Sauerstoff das zur Wasserbildung nöthige Verhältniß, herstellt; oder wohl auch ein Übergewicht des letztern über den andern, bewirkt; indem die der Luft lange ausgesetzt gewesenen Kohlen nicht bloß die Eigenschaft der wasserstoffärmeren Kohlen annehmen, sondern auch Grubengas aus Kohlenstoff- und Wasserstoffgas entwickeln und wasserhaltige Hydrate liefern. Außer der Feuchtigkeits, ist auch das die Kohlenhalben treffende Licht von sichtbarem Einflusse auf jene chemische Veränderung.

Anm.; Diese und eine große Anzahl anderer, höchst wichtiger Beobachtungen, die das Werkchen von Karsten enthält, nimmt man Anstand hier ausführlicher anzugeben, wo dieselbe bloß eine engere Beziehung besitzen.

Aus allen vorhergegangenen Erfahrungen, ergibt sich also, daß die, in agronomischer Beziehung wichtigste, Eigenschaft der kohligen Substanzen, nämlich ihre leichte Auflösbarkeit in Wasser für sich und in Verbindung mit den (alkalischen) Bestandtheilen des Bodens, haupt-

hauptsächlich von jenem größern Antheile und dem Verhältnisse des Wasserstoffs zum Sauerstoffe abhängig ist, in welchem beide Wasser zu bilden pflegen; daß sie in diesem Maasstabe also im Boden auch wasserreichere, mit weniger Kohlenstoff versehene, Hydrate bilden, wie dieses schon aus einer Vergleichung der Bestandtheile und Eigenschaften des Holzes, des Humus, des Torfes, der Braunkohle und Steinkohlen etc. sich folgert. — Es lassen sich nun überhaupt aber mehrere kohlige Zusammensetzungen von besonderer Eigenthümlichkeit denken und zum Theil wohl nachweisen, nämlich (ohne Rücksicht auf den größern und kleinern Kohlenstoffgehalt):

a) Sauerstoff und Wasserstoff genau, oder ziemlich nahe — im Verhältnisse der Wasserbildung, also mehr oder weniger vollkommene oder reine Kohlenhydrate bildend. —

b) Ueberwiegend, oder mehr Sauerstoff als zur Wasserbildung nöthig ist, folglich Kohlenoxydhydrate (Humusäure des Dr. Sprengel) liefernd; und

c) mehr Wasserstoff als zur Wasserbildung erfordert wird, oder Wasserstoff-Kohle (überwasserstoffter Kohle) zusammensetzend.

#### §. 15.

Der ursprüngliche kohlige Gehalt ist in manchen vorherrschenden und sehr verbreiteten Felsarten sehr hervorstechend und ziemlich erheblich, z. B. in dem gemeinen schwarzen Thonschiefer und Dachschiefer, Zeichenschiefer und Braunschiefer; ferner: in den schwarzen Kiefelschiefern, dem Anthracolit und andern, bituminösen Kalksteinen, Mergelschiefern, Schieferthonen etc. und, — in geringerem Betrage, — noch in vielen andern Gesteinen. In den meisten jense (vorwiegend Kiesel- und Thonerdigen)



Felsarten, oder vielleicht durchaus, befindet sich der Kohlenstoff in einem solchen Zustande, daß er durch Säuren, Alkalien und Alkohol ic. nicht verändert und ausgezogen werden kann, — wahrscheinlich also mit wenig oder gar keinem Wassergehalte ic. versehen; diese letztere und vollkommenere Auflösbarkeit erlangt er jedoch zum Theile durch die Verwitterung, indem mehrere von den aus letzterer hervorgehenden Erdbarten, durch Abkochen in bloß Kohlensäure im Kali ic., schon kohligen Stoff, zuweilen in reichlicher Menge, abscheiden lassen, welcher sich, aus seinen Auflösungen niedergeschlagen, vollkommen so, wie jeder andere Humus (Moos, Urmün) verhält.

Dagegen scheint bei mehreren kieselig-thonigen Felsarten der Kohlenstoff so äußerst innig an jene Grundlagen des Gesteins gebunden zu seyn, daß er hierdurch für alle Hydratirung und Auflöslichkeit unfähig wird; folglich in dergleichen Erdbreich entweder völlig ohne Wirkung bleibt, oder aber zuweilen sogar auf dessen Wasserhaltungsvermögen ic. nachtheilig einwirkt. Demnach lassen mehrere kohlenreiche Bodenarten von geringer Fruchtbarkeit sich nachweisen, und dies nach der im vorigen §. abgehandelten Theorie (von Karsten) sich leicht erklären.

In andern (kalkig-thonigen) Felsarten findet sich, außer dem reinen Kohlenstoffe, oder an seiner Stelle, zugleich ein hervorstechender Gehalt an Ammonium, Schwefel, Eisen ic. welche einen riechenden öligen oder harzigen Stoff (z. B. der Stinkstein und andere) zusammensetzen, ohne daß dieser den Kohlengehalt vor der Verwitterung auflöslich in Alkalien ic. machen kann. — Selbst daß der Kalkergehalt der Kalksteine ihren kohligen Bestandtheil vor der vollständigen Verwitterung nicht auflöslich zu machen im Stande ist, ohngeachtet die Kalkerde das Kohlenhydrat auflöst, deutet wohl darauf.

hin, daß letzteres in der noch unversehrten Felsart keineswegs schon vorhanden sey. Sogar im Graphit, Anthracit, Anthraconit und dem größern Theile der Steinkohlen, welche (in Folge des §. 14) theils reine Kohle, theils Wasserstoff-Kohlen sind, mangelt jenes Hydrat und die Auflösbarkeit; andere Steinkohlen und die Braunkohlen aber besitzen nur zum Theile und, wie es scheint, in dem Maasse einige Auflösbarkeit, als sie Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnisse der Wasserbildung herstellen können und dieser Antheil gegen den Kohlenstoffgehalt etwas hervortritt. Sie unterscheiden sich hierdurch also sehr wesentlich noch vom Torfe und Moder, welcher in Alkalien vollständig auflösbar und in Säuren zu verändern ist, und bei der Zerlegung auch wie Kohlenhydrat und Kohlenoxydhydrat sich verhält.

Die secundären Eigenschaften der letztern bleiben sich, — sie mögen auf die eine, oder die andere Weise, aus jenen Felsarten, oder durch Vermischung von Pflanzen, &c. entstanden seyn, — völlig gleich, weshalb wir dieselbe den nächsten §. 5, die den secundären kohligen Stoffen gewidmet sind, vorbehalten und sie daselbst ausführlicher behandeln können. Denn, so viel auch der ursprüngliche Kohlenstoffgehalt der Felsarten die Vegetation im Einzelnen unterstützen mag, so hängt diese doch bei weitem mehr von den secundären kohligen Bildungen aus zerstörten organischen Resten ab.

a) S. 101. (George) will, in vielen Mineralkörpern Bitumen aufgefunden haben, wo es bisher übersehen worden ist, z. B. im Basalte, Grünstein, Serpentin, Glimmer &c., weshalb nach ihm nicht alles gerade Wasser seyn soll, was sich beim Glühen der Fossilien gewöhnlich verflüchtigt. W. vergl. Proxiep Notizen &c. Nr. 6 des VI Bandes 1823.

b) Manche Felsarten, wie z. B. der Dachschiefer, schwarze Kiesel-schiefer, bituminöse Schieferthon und Mergelschiefer &c. ent-

halten zwischen bis 4 und 8 Procent Bitumen und wasserlichen Kohlenstoff; jedoch meist in der sehr ungünstigen innigen Verbindungen mit der Kiesel- und Thonerde, wovon oben die Rede war. Wie sehr diese Erscheinung aufgefallen und in anderer Weise nur unbefriedigend erklärt worden ist, ergiebt sich unter andern aus Meyer's bekannter Schrift über das Flußgebiet der Inneren. Göttingen 1822. I. Th. Seite 148.

## S. 16.

Die Pflanzen liefern bei der, nach ihrem Tode eintretenden, fauligen Gährung oder Verwesung aus allen ihren nähern Bestandtheilen, folglich sowohl aus der holzigen Faser, als aus sämmtlichen sogenannten Saftbestandtheilen, — kohlige Stoffe von den oben bezeichneten Zusammensetzungen; indem alle jene vegetabilischen Substanzen hauptsächlich aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, mit zufälligen Antheilen Stickstoff u., — obwohl in abweichenden Mengenverhältnissen, zusammengesetzt sind. Gleichzeitig und neben jenen kohligten Stoffen bilden sich aber auch noch gewisse untergeordnete Antheile von Mineralsäuren (unter gewissen Umständen: Salpeter- und Salzsäure, öfterer aber Schwefelsäure), Alkalien (Kali, Natrum, Ammonium, Job u.), Erden (Kiesel-, Kalk- und Talkerde, selten etwas Thonerde) und Metalle (gewöhnlich nur Eisen und Mangan), aus der verwesenden Pflanzensubstanz heraus; die sich größtentheils dem kohligten Stoffe innig beimischen, indem dieser sowohl theilweis für sich im Wasser auflöslich ist, theils aber noch viel leichter auflösbare Verbindungen mit jenen, gleichzeitig entstehenden, Alkalien, und alkalischen Erden (Kalk- und Talkerde u.) eingeht.

Der durch die Verwesung der Pflanzen entstehende kohlige Stoff oder Humus ist folglich kein gleichartiger,

sondern ein, mit mehreren untergeordneten Bestandtheilen verunreinigter Körper, von denen er, jedoch unter besondern Umständen natürlich und auch künstlich getrennt, und für sich dargestellt, werden kann. Demnach haben wir einen solchen reinen Humus, oder reines Kohlenhydrat und Kohlenoxydhydrat (Wasserkohlen), sowohl von jenem gemeinen, gemischten Humus, als auch von der auf trockenem Wege sich bildenden gemeinen Kohle (Feuerkohle), zu unterscheiden; und obschon die letztere ebenfalls jene untergeordneten erdigen, alkalischen und metallischen Bestandtheile bei ihrer Einsäuerung liefert und hierin mit dem noch ungereinigten Humus sich gleich verhält, so besteht ihr kohligter Antheil doch nicht, wie bei dem Humus, aus Kohlenhydrat, sondern aus Wasserstoffkohle.

- a) Man vergleiche in dieser Beziehung den, zur allgemeinen Botanik gehörigen, Abschnitt über den vegetabilischen Chemismus (Pflanzenchemie).
- b) Die oben (in S. 14 —) angeführte gemeine Kohle aus Fichtenholz enthält, — neben dem angegebenen Gehalte an Kohlenstoff und Wasserstoff, — noch den gewöhnlichen, alkalischen, erdigen und metallischen Aschengehalt, ist also keine reine Wasserstoffkohle. Diese letztere stellt sich nur im Kienruß oder auch Lampenruß her, nachdem man denselben durch Alkohol von den wenigen harzigfettigen Theilen befreit hat. Der gemeine Ruß dagegen besteht aus einer Verbindung von gemeiner Kohle, Holzsäure mit brenzlichem Theer, erdigen und alkalischen Antheilen (und Kohlenhydrat?) u.
- c) Aller Humus läßt sich ebenso, wie die wasserhaltigen, oder einen abweichend großen Antheil Sauerstoff und Wasserstoff besitzenden, Stein- und Braunkohlen, wie der Torf u. durch trockne Destillation verändern oder verkohlen (d. h. in gemeine Feuerkohle umwandeln), indem durch das Feuer: Wasser, brenzliche Säure, Theer, Kohlenäure und Kohlenoxydgas in die Vorlagen übergetrieben werden.

a) Beachtenswerth bleibt fernerhin der Unterschied im Aschengehalte der fossilen kohligen Substanzen (Steinkohlen, Torf:.) gegen den der frischen Pflanzensubstanz und des Humus. Denn selbst in den reinsten, von mechanischen Beimengungen freiesten Steinkohlen, beträgt der Aschengehalt zusammen ein vielfaches mehr, als im Holze und Humus; und während in der Asche des letztern, Alkali, Kalk und Kalkerde sehr oft in vorwiegender Menge gegen die Kiesel-erde und das Eisen vorhanden sind, auch die Thonerde darin fast durchgehends mangelt, herrscht letztere und die Kiesel-erde mit dem Eisen in der Steinkohlen- asche ganz auffallend vor, indem in derselben das Alkali gewöhnlich ganz mangelt, der Gehalt an Kalk- und Kalkerde aber ganz unbedeutend ist. Weder die gewöhnliche Annahme, daß letztere drei alkalische Stoffe durch Auslaugen verloren gegangen, die Thon- und Kiesel-erde aber mechanisch aus den Gebirgsmassen in die Steinkohlen zc. eingebracht seyen, erklären die Erscheinung vollständig, besonders nicht den auffallend großen Eisen- und Thonerdegehalt der Steinkohlen-Asche, so wie den Umstand, daß oft ganze Stücke fossiles Holz, statt in Kohle, in reine krystallische Quarz- oder Kieselmasse übergegangen sind.

## §. 17.

Die Verwesung der Pflanzenstoffe bewirkt also — dem vorhergehenden zufolge, — die nämlichen Hydrate oder Wasserverbindungen, wie die Verwitterung, und wie die aus letzterer hervorgehenden erdigen und metallischen Hydrate leichter auflöslich in Säuren, Alkalien zc. werden, und mit diesen Substanzen und unter einander selbst leichter sich verbinden, so ist es auch mit den Kohlenhydraten der Fall, d. h. sie werden, wie jene, durch die Wasserverbindung mehr aufgeschlossen. Es lassen sich übrigens die Gesetze, denen die Verwesung folgt, weit leichter und zuverlässiger, wie die der Verwitterung, verfolgen und in nachstehenden Wahrnehmungen angeben.

1) Die bei der Fäulniß statt findende *Gärung* und *Umwandlung* der *Pflanzensubstanz*, bedingt zwar einen gewissen natürlichen, oder außerdem bewirkten, *Feuchtigkeitszustand*, und kann unter der gleichzeitigen *Mitwirkung* von andern äußern Elementen, wie z. B. *Wasser*, *Atmosphäre*, *Erde*, *Licht* und *Wärme*, verschiedenlich verändert werden, aber dessen ohngeachtet erfolgt sie, ohne daß ein anderer äußerer Stoff, als etwa ein *Anthel Wasser*, in ihre neue Mischung chemisch aufgenommen wird. Sorgfältige Beobachtungen und zuverlässige Versuche angesehener Naturforscher \*) haben ergeben:

a) Daß der hinlänglich befeuchtete Pflanzenkörper, in dem die Gährung oder Fäulniß erst einmal eingeleitet worden ist, zur Fortsetzung derselben und Herausbildung ihrer Produkte, jener äußern Stoffe nicht bedarf. Traubenmost braucht nur mit äußerst weniger atmosphärischer Luft in Berührung gewesen zu seyn, um nachher, hermetisch von ihr abgeschlossen, seine Gährung ungehindert fortzusetzen. Ebenso kann die saure und faulige Gährung, einmal erst durch ein Ferment angeregt, weiterhin ihren ungehinderten Fortgang haben; und sogar die thierische Milch liefert, nach dem Melken gegen den Zutritt der äußern Luft in Gefäßen verschlossen, ihre gewöhnlichen Producte an Rahm, Käsestoff, Sahne u. —

b) Befindet sich in der Umgebung des Pflanzenkörpers atmosphärische Luft, oder etwa Sauerstoff allein, so absorbirt er letztern und leitet hierdurch seine Gährung wohl ein, scheidet nun aber diese aufgenommene

---

\*) Man vergleiche die am Schluß dieses §. angeführte Schrift von Caussure u.

Menge Sauerstoff jederzeit, in Kohlensäure umgewandelt, wieder aus.

c) Alle, befeuchtet an der Atmosphäre erhaltenen, vegetabilischen Substanzen, so wie der Humus, Torf &c. können auf solche Weise, unter fortdauernder Anziehung von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure, bis auf ihren Antheil an Alkalien, Erden, Metallen (Aschenrest) &c. zerlegt werden oder allmählig verbrennen.

d) Aus einem Luftgemenge, worin der Sauerstoff fehlt oder mit Kohlenstoff schon in Kohlensäure umgebildet ist, erfolgt gar keine Absorption, und wenn sich darin später noch ein weiterer Antheil Kohlensäure findet, so ist derselbe aus den Bestandtheilen der, in der Zersetzung befindlichen, Pflanzensubstanz hervorgegangen.

e) Unter einer Wasserfläche (oder überhaupt in der Berührung mit flüssigem Wasser) entweicht aus dem sich zersetzenden Pflanzenkörper keine Kohlensäure (oder nur anfangs in geringer Menge), sondern Kohlenwasserstoffgas. Auch Schwefelwasserstoffgas und Ammoniakgas können unter besondern Umständen ausgeschieden werden.

f) Wie bei der Verwitterung der Felsarten, scheint auch bei der Verwesung der Pflanzen, ein gewisser Antheil von äußerem Wasser mit in das Product von letzterer chemisch mit aufgenommen zu werden.

2) Stets zerlegen die unverholzten oder Saftbestandtheile der Pflanzen sich viel früher, schneller und vollständiger, als die holzigen Fasern; auch alle frische, noch niemals ausgetrocknete, wieder merklich leichter, als die vorher ausgetrockneten. Der Extractivstoff der frühern

Gundeshagen's Bodenkunde. 4

Chemiker, der bei den Zerlegungen aller Pflanzensubstanzen in verschiedentlich abweichender Form sich so sehr leicht und bald abscheidet, ist nichts anderes, als ein wasserlöslicher, dem Humus ganz nahe stehender Körper, der sich sehr bald aus jedem saftigen Pflanzentheile bildet.

3) Gleich fröhe, wie die unverholzten Pflanzentheile sich zersetzen, treten auch schon die Alkalien und alkalischen Erden (hauptsächlich aus jenen) hervor und verbinden sich mit dem entstehenden Humus sogleich zu leicht im Wasser auflösblichen Extracten, während mit der langsamer sich umbildenden Pflanzenfaser hauptsächlich erst die Kiesel Erde, das Eisen u., neben dem ansehnlicheren Antheile von Humus, sich entwickeln. In Folge dessen wird jener zuerst aus jenen Saftbestandtheilen entstandene Humus, sammt den damit verbundenen Alkalien und alkalischen Erden, sehr leicht vor der Zersetzung der Pflanzenfaser schon aufgelöst und durch Wasser ausgelaugt.

4) Wird die Pflanzenfaser für sich befeuchtet der Atmosphäre ausgesetzt, so absorbirt sie Sauerstoff, giebt denselben in Kohlensäure umgewandelt wieder zurück und es wird nun etwas wenig (oberflächlich etwa?) davon in siedendem (weniger in kaltem) Wasser auflöslich, was sich wie Humus verhält. Man kann diesen Proceß sehr oft wiederholen, wobei jedoch die Pflanzenfaser und ihre Humus-Extracte allmählig, bis auf ihre erdigen und metallischen Reste, sich in Kohlensäure verwandeln (verbrennen) und in die Atmosphäre verflüchtigen. Dasselbe geschieht auch mit jedem Humus, den man befeuchtet und gegen Verschwemmen geschützt der Atmosphäre aussetzt, und besonders scheint das unmittelbar einwirkende Sonnenlicht diese Verflüchtigung sehr zu begünstigen.

5) Die schnelle Zersetzungsfähigkeit der Saftbestandtheile wirkt, gleichsam wie ein Gährungsmittel, ebenfalls



zuletzt auf die leichtere Umwandlung der Pflanzensaser, wenn jene mit dieser in unmittelbarer Verbindung bleiben. Schichtet man daher den mäßig befeuchteten oder frischen Pflanzenstoff in größern Massen übereinander, so daß er hierdurch und außerdem gegen die ihn austrocknende und verflüchtigende Atmosphäre, oder auch gegen Auswaschungen, geschützt liegt, so verwest er am schnellsten und vollständigsten, ohne daß an dem faulenden Stoffe und seinen nachfolgenden Producten ein erhebliches verloren gehen kann. Ein vermehrter Zutritt der Luft ist diesem, einmal eingeleiteten, Fäulungsproceß durchaus nicht mehr Bedürfnis, sondern mehr ein Hindernis, weshalb derselbe auch im Innersten solcher Massen am frühesten sein Ende erreicht.

6) Durch einen erhöhten Temperaturstand werden, wenn er den nöthigen Feuchtigkeitsgrad nicht stört, jene Zersetzungen der Pflanzenkörper wesentlich gefördert, weshalb dieselbe im Sommer, in warmen Lagen und in heißen Klimaten, ausnehmend schnell von statten geht. Auch die schnelle Fäulung aller, in größeren Massen aufgehäuften, Pflanzenstoffe, ist zum Theil die Folge von einer durch die Gährung hervorgerufenen Erhitzung, welche nur nachtheilig wirkt, wenn dadurch die nöthige Feuchtigkeit zu weit vermindert und ausgetrieben wird.

7) Die Umwandlung jener Pflanzenstoffe in Humus erfolgt sowohl in größern, wie besonders in kleinen Massen ohne Unterschied viel schneller und vollständiger, wie (oben unter 5 und 6) in geringer Tiefe unter einer lockern, stets mäßig feucht und beschattet erhaltenen Erdbedeckung, also ebenfalls bei sehr gemäßigtem, aber keineswegs ganz verhiindertem Zutritt der Atmosphäre und ihrer höhern Temperaturen. Die dicksten Wurzeln und Stammtheile der Bäume werden auf solche Weise in kurzer Zeit in

einen vollkommenen (faserfreien) Humus umgestaltet, und erlangen nur unter diesen Umständen, und geschützt gegen starkes Auslaugen durch Gewässer, die Eigenschaft, während den ersten oder Hauptstufen ihrer Zersetzung (d. h. bis zum Aufhören des saßrigen Zusammenhangs des Holzkörpers) zu phosphoresciren, welche Eigenschaft am Sonnenlichte, bei starker Austrocknung und im Wasser, sich niemals entwickelt und auch für immer zerstört wird; die also auf einen besondern chemischen Proceß hindeutet, der auch beim Ausfaulen, des, von der äußern Luft ganz abgeschlossenen Kernholzes der Bäume, zuweilen statt findet und sehr beachtenswerth ist. Bei dieser Verwesung unter mäßiger feuchter Erdbedeckung geht auch an flüchtigen Stoffen nichts in die Atmosphäre über, sondern sie scheinen in jener gebunden zu werden, so daß in solcher Weise kein Geruch zu verspüren ist. — Dagegen bringen kleine Mengen von Pflanzenstoff für sich in Gefäßen befeuchtet der Atmosphäre ausgesetzt ausnehmend lange Zeit hin, bis sie einigermaßen vollständig verwesen, und folglich äußert bei diesem Proceße das Erdreich sehr merkliche Wirkungen auf schnelle Umbildung der organischen Stoffe in vollkommenen Humus.

8) Auch bituminöse Gesteine, Steinkohlen, Braunkohlen zc. verwittern unter einer solchen mäßigen und feuchten Erdbedeckung sehr bald zu kohligen Hydraten oder dem eigentlichen Humus, und wahrscheinlich kann sogar die fein gepulverte Feuerkohle auf solche Weise zwischen feuchte Erde vertheilt jene Eigenschaft annehmen. Tiefer unter der Erdoberfläche erlangen dagegen nicht bloß jene Mineralsubstanzen eine solche Wasserverbindung nicht, sondern sie scheinen sogar, wie Beobachtungen über die Steinkohlenbildung zeigen, dergleichen Wasserantheile bei ihrer Umwandlung unter hoch aufliegenden Gebirgsmass-

gen verlassen zu haben und sind theilweis ganz in Gestein umgebildet worden. Ebenso verhält es sich mit sehr tief unter die Erde gebrachten Holzstücken und andern vegetabilischen Substanzen, indem dieselbe ebenfalls nur äußerst langsam und wenig sich verändern. — Die schon oben beim Verwitterungsproceß (§. 11.) erwähnte mittheilbare Wirksamkeit des atmosphärischen Sauerstoffs auf die Erdoberfläche, so wie die höhere Temperatur der obern Erdschichten und die mineralische Zusammensetzung derselben, scheinen auf jene schnellere Zersetzung und Umwandlung des Pflanzenstoffes in kohlige Hydrate nicht ohne besondern Einfluß. Daher wirken thoniger, sandiger oder kalkiger Boden schon sehr verschieden auf jene Pflanzenzersetzung. — Es werden unter mäßiger Bedeckung mit feuchter Erde übrigens auch die, durch Frost, Austrocknung u. in unmittelbarer Berührung mit der Atmosphäre entstehenden, unauf löslichen Niederschläge des Humus ebenso wieder auflöslich, als man unter gleichen Umständen die unterbrochene Phosphorescenz der faulenden Hölzer zum Theil wieder herstellen kann, und das periodische Umwenden des Bodens der Kulturländer hat zum Theil diesen Zweck; obschon bereits Gausson nachgewiesen hat, daß — in Folge der, mit der Auflöckerung des Bodens zu sehr begünstigten Einwirkung der Atmosphäre, — zugleich sehr viele kohlige Substanz mit dem atmosphärischen Sauerstoff zu Kohlen säure sich verbinde und verflüchtige.

9) Sehr langsam geht jene Umwandlung des Pflanzenstoffes unter einer, diesen bedeckenden, Wasserschicht von statten, besonders je nachdem dieselbe eine geringere oder größere Höhe besitzt. Denn das den Pflanzenkörper umgebende Wasser wird bei der Umwandlung des erstern in Humus nicht zersetzt, sondern nur derjenige Sauerstoff, den das Wasser aus der Atmosphäre anzieht.

und bis zu dem oxydablen Stoffe hinleitet, erzeugt dessen Entmischung und unterhält sie wohl zum Theil, unter einer unerheblichen Ausscheidung von Kohlensäure, der bald Kohlenwasserstoffgas in einer, mit der weiteren Gährungs-immer mehr zunehmenden, Menge nachfolgt. Diese Sauerstoffleitung aber erfolgt um so langsamer, je höher die zu durchdringende Wasserschicht ist. Hieraus schon folgt die so äußerst langsame und unvollständige Zersetzung der Pflanzenfaser im sumpfigen, wasserreichen Torfboden, und die Ursache, warum Holzkämme, in größerer Tiefe unter einer Wasserfläche, sich Jahrhunderte hindurch in unveränderter Festigkeit erhalten haben und (wie alle Fasern im Torfe) nur ausgelaugt, oder von ihren leichter auflösbaren Theilen befreit, worden sind und gewöhnlich eine schwärzliche Farbe angenommen haben. Sowohl die letztere, als die merklich größere Humusmenge, die unter solchen Umständen, im Vergleich gegen alle andere Fälle, überhaupt erfolgt, und die vorwiegende Ausscheidung von Kohlenwasserstoffgas u. (oben unter 1. e.) aus solchen Gewässern und Torfmooren, deuten schon darauf hin, daß sich in ihnen eine kohlige Substanz bilde, die weniger von ihrem Kohlen- und Sauerstoffgehalte, mehr aber an Wasserstoff verliere. Wirklich ist auch der Torf und Teichschlamm beim praktischen Ackerbau von ganz anderer Beschaffenheit, als jeder andere Humus, befunden worden. — Unter sehr niedrigen Wasserschichten und bei warmer Witterung, geht zwar die Zersetzung des Pflanzenkörpers auch in diesem Elemente viel schneller, als unter hohem Wasserstande, von statten, allein immerhin auffallend viel langsamer und unvollständiger, als unter befeuchteten Erdgemengen, die mit der ganzen Bodenmasse in Verbindung bleiben, so daß diese letztere, — abgesehen von einer leichtern Erwärmung aus der Atmosphäre, auch noch in

ändern, schon oben (§. 11.) bei der Verwitterung der Gesteine angedeuteten, Mitwirkungen bei jenem Processe stehen muß. Die tiefste, vollständigste und von unzersehten Pflanzenfasern freieste, Torfmasse, muß ein sehr hohes Alter besitzen; es finden sich dergleichen mächtige Torfmoore auch nicht in heißen, sondern nur in den kältern Klimaten.

10) Auch der Faserbestandtheil solcher Pflanzen, die — auf der trocknen Oberfläche des Bodens liegend, — nur periodisch durch Regen und Thau befeuchtet, und nachher wieder sehr stark ausgetrocknet, von der Atmosphäre und dem Lichte auch ungehindert getroffen — werden, zerfällt sich zwar schneller, dagegen eben so unvollständig, wie in den Torfgewässern und mit dem weiteren Unterschiede, daß die Holzfaser unter solchen Umständen abbleicht und eine leichtere Farbe annimmt, also vielen Kohlenstoff und merklich am Gewichte, so wie an der Eigenschaft — verliert, sich unter demselben Verhältnisse weiterhin schnell aufzulösen; — eine Erscheinung, die sich auch an den obersten, öfterer austrocknenden, Moosschichten der Torfmoore zc. und an allem der Atmosphäre bloß gestellten Holze von Gebäuden zc. zeigt. In Folge dessen und der schnellen Verflüchtigung von allem, der Atmosphäre frei liegenden, Humus, findet man von letzterm unter jenen Umständen nur sehr wenig, besonders an unbeschatteten, freien und sonnigen Berglagen, die noch mehrfachen Abschwemmungen ausgesetzt sind. Es bleibt hier nur weniger unauslösllicher Humus, mit Kieselerde und metallischen Resten des verflüchtigten Theiles und mit vielen unzersehten Fasertheilen vermischt (sogenannten oxybirten Humus oder Stauberde), — zurück, der nur befeuchtet eine dunkle, schwärzliche Farbe besitzt, diese beim Austrocknen aber gegen eine aschgraue vertauscht.

Aus den bis dahin aufgeführten Gesetzen über die Verwesung der Pflanzensubstanz, wird sich der Unterschied aller, aus letzterer hervorgehenden, kohligen Producte, eben sowohl grösstentheils erklären, als der durch die Thierverwesung entstehenden. Bei letzterer entweicht der grösste Theil der weichen Thiersubstanz, hauptsächlich als Stickstoff- und Phosphor- Wasserstoffgas, so wie. Stickstoff- Sauerstoff, unter allen Umständen sehr leicht in die Atmosphäre, und es bleibt alsdann, wenn diesem Entweichen nicht begegnet wird, nur sehr weniger kohliger Stoff, mit Kalkerde vermengt, zurück. Dieser Erdbantheil, und unter günstigen Umständen etwas Phosphorsäure und Ammonium *z.*, vertreten im letzten Rückstande oder Aschenreste der Thiersubstanz, die in dem Pflanzenrückstand vorwiegende Kiesel-erde und Kali, und folglich ist der thierische Humus stets viel auflöslicher in Wasser, als der vegetabilische und kann auch wohl die Auflösungszeit des letztern noch, wenn er damit in Verbindung gebracht wird, befördern. Die festen oder knöchigen Theile des Thieres liefern ohnehin aber vorwiegend phosphorsaure Kalkerde. Erfolgt nun die Verwesung der weichen Thierstoffe nicht unmittelbar an der Atmosphäre, sondern unter einer mässigen Erdbedeckung, so werden jener lebhaften Verflüchtigung sehr enge Grenzen gesetzt; denn der Thierkörper zerfällt nun (wie die Kirchhöfe *z.* beweisen) ohne merklichen Geruch, und es bildet sich eine grössere Menge jener secundären Producte, mit Salpetersäure *z.* zwischen den sie umgebenden Erdmassen aus und mischt denselben sich bei. Auch unter einer Bedeckung von Wasser wird jene Verflüchtigung etwas gemässigt und zurückgehalten (jedoch weniger vollständig, als unter einer Erdbedeckung), das secundäre Product also, wie die Umwandlung der thierischen Fetttheile in Wallrath beweisen, auch vermehrt. Der Auswurf der pflanzenfress-

senden Thiere besteht nur zum kleinsten Theil aus thierischem Stoffe, er liefert bei seiner Verwesung also ein zweifach zusammengesetztes oder ein thierisch-vegetabilisches secundäres Product. — Sehr häufig liefert jedoch auch der Humus der Wälder und aus dem innern faulenden Bäume kleine Antheile thierischer Stoffe, indem eine große Menge Insekten ihren Aufenthalt darin suchen und umkommen.

Außer den oben angeführten beiden Schriften und den Arbeiten von Berthollet, Proust und besonders Gay-Lussac über die Geseze der Gährung überhaupt, haben noch Hatschett, Saussure, Jameson u. sich insbesondere mit dem aus der Verwesung organischer Körper hervorgehenden kohligen Stoffen beschäftigt. Dessen ohngeachtet bleibt in diesem Felde noch vieles zu versuchen und zu berichtigen übrig, wenn gewisse Erscheinungen, so wie Eigenschaften und Wirkungen jener Stoffe, sicher begründet werden sollen.

**Proust** Abhandlung über die Steinkohlen in Gehlen.

Journ. f. Phys. u. Chem. III. 36 Heft.

**Hatschett** in Linaean Transactions. Vol. IV.

**Theod. de Saussure** recherches chimiques sur la vegetation. Paris 1804; übersetzt von Fr. S. Voigt. Leipzig 1805.

**R. Jameson** Outline of the Mineralogy of the Scottish Isles, Edinburgh 1800; übersetzt von H. W. Meunier, Leipzig 1804. gr. 4. (Seite 167 u. handelt von den chemischen Eigenschaften des Torfes u.)

Da die für die Land- und Forstwirthschaft den Humus liefernden organischen Stoffe, entweder auf der Oberfläche des Bodens an freier Atmosphäre (bald auch

Bestandtheile so weit nachzuweisen, als sie in agro-  
nömischer Beziehung als Besonderes für sich vorkommen  
und gelten; zum andern aber: in denselben Bedeutun-  
gen auch die Nebenbestandtheile zu beschreiben. Wei-  
terhin kommen nun hauptsächlich mehr die bindenden,  
die Zusammensetzung des einzelnen Nährbestandtheils,  
Charakterisirenden oder darin, vorwiegenden Erden und  
Metalle in Betracht; weniger das hiervon Gehaltene,  
der Zusammensetzung untergeordnete.

### a) Hauptbestandtheile des Bodens.

#### §. 20.

Zu dem kieseligen Besonder-Bestandtheil des Bodens  
zählen wir den, im obigen (§. 13.) nachgewiesenen, freien  
und reinsten Kieselstaub (der sich kaum im Gefühle und  
Anrühren zwischen den Zähnen bemerklich macht) und  
Quarzsand (oder auch Sand geradehin) vom feinsten  
bis zu Hirselorn-Größe hin. Seine äußere Form ist  
entweder unbestimmt eckig, oder unregelmäßig, aber  
deutlich krystallinisch, oder auch durch mechanische Reib-  
ung abgerundet. Seine Farbe wechselt nach dem Grade  
der relativen Reinheit seiner innern Zusammensetzung,  
äußern Umkleidung und namentlich seinem Metallgehalt  
und dessen Oxydationsstufe, — vom wasserhellen und  
durchsichtigen bis zum trüben weißlichen, grauen, braun-  
rothen, gelben, schwarzen u., und besonders giebt ihm  
das äußerlich oft anhängende Eisenoxyd ein rostgelbes und  
braunrothes Ansehen. Verschiedene Arten von Quarz-  
sand, z. B. der feine staubartige Trieb sand, der reine  
glatte Duell-, oder Mehlsand, und der ebenso ab-  
gerundete durchscheinende Perl sand, gehören allein  
hierher, nicht aber der Glimmersand, Eisensand, Kalk-  
sand u.



Der Sand hängt auch im feinsten Zustande für sich nicht zusammen, sondern verbindet sich durch das Wasser, was die Körnchen zwischen sich aufnehmen, nur in geringem Maße so lange, als er befeuchtet bleibt; dagegen sind alle übrigen Bodenbestandtheile im Stande, ihm einen dauernden veränderlichen Zusammenhalt zu ertheilen. Doch besitzen die Körnchen in Lagern von ursprünglich krystallinischem Sande zuweilen einigen Zusammenhalt, ohne daß man das (wahrscheinlich kieselige) Bindemittel erkennt, was denselben, ebenso wie Eisensorydule (und humussaures Eisen), bis zu festem Gestein zu verkitten im Stande ist.

Wasser in seine Substanz aufzunehmen ist der im Boden vorkommende Quarzsand nicht fähig, eben so wenig löst er sich (mit Ausnahme der Flußsäure) in Säuren auf und er kann zu einer flüssigen Verbindung mit Wasser nur auf trockenem Wege durchs Zusammenschmelzen mit 2—3 Theilen Alkali auf einen Theil Kiesel-erde gebracht werden; — wogegen der Verwitterungsprozeß dergleichen Auflösungen ohne Feuer und fast mit geringer Menge Kali und sogar Kalk bewirkt. Um so unbegreiflicher bleibt es, wie er auch aus solchen Boden, die jene kieselhaltigen Wasser nicht führen, oder überhaupt gar keinen Kieselgehalt besitzen (künstliche), nach der materialistischen Ansicht dennoch mechanisch in diejenigen Pflanzen übergeführt werden soll, welche namentlich Kiesel-erde in vorzüglicher Menge in ihrer Asche liefern.

In Folge jener Unfähigkeit des Kieselstaubes und Sandes, das Wasser anders, als in die Zwischenräume seiner aufgehäuften Körnchen untereinander aufzunehmen, hält er keinerlei Befechtung lange an, sondern läßt sie entweder leicht verdunsten, oder aber ebenso wie die atmosphärische Luft durch seine Schichten hindurchseigern,

bildet in dieser Beziehung also den strengsten Gegensatz zum Thone.

a) Daß die Kiesel Erde (aus 49,7 Silicium und 50,3 Sauerstoff zusammen gesetzt), unmittelbar aus Niederschlägen oder Verbindungen hervorgehend, noch bis zu gewissen Graden in gewöhnlichen Säuren und Wasser auflöslich (oder schwimmend?) sich erhält, folglich zu letzterem eine gewisse enge Verwandtschaft ausdrückt, ergiebt sich daraus, daß aus sehr verdünnter, mit Säuren übergesättigter Kiesel Feuchtigkeit, die Kiesel Erde nur schwer und allmählig niederfällt. (Neuerdings wiederholt nachgewiesen in Poggend. Annal. VI. 351.) Frischer gemeiner Thon mit Schwefelsäure behandelt wird einige Zeit ganz auflöslich erhalten, und erst später fällt die Kiesel Erde aus der Auflösung zu Boden (Warzer Lehrbuch S. 239). Bei Zerlegung des Alohans hält die Kiesel Erde in ähnlicher Weise in Säuren sich aufgelöst (Strohmeier), so wie bei Zerlegung des Bazalit's — im Wasser (Fuchs in Schweigger Journ. Jürg. 1818). Anders wäre die Bildungsweise des Opals, Hyaliths, Kieselinters &c. zum Theil auch nicht erklärlich und möglich. Dieß kann jedoch nicht auf die Quarztrümmerchen und den Kieselstaub des Bodens selbst Anwendung finden.

## S. 21.

Im reinsten Thone ist das Menge-Verhältniß zwischen Kiesel Erde und Thonerde keineswegs bestimmt und feststehend, und ebensowenig also wohl der damit chemisch verbundene Wasserantheil, welcher — so weit bekannt — zwischen 8 und 20 Procent wechselt.

Dieß ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung von sehr abweichenden Resultaten aus den Analysen zuverlässiger Chemiker, wobei nur einzelne der angewendeten Thonarten vor der Zerlegung nicht erst von den chemisch beigemengten fremdbartigen Theilen gereinigt wurden.

|  | Wesentliche Bestandtheile |                      |                     |                              | Zusätzliche        |         |
|--|---------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|--------------------|---------|
|  | Kiesel-erde               | Thonerde             | Wasser              | Kalk- und Kalkerde, Kali &c. | Eisen und Mangank  | Bitumen |
| 1) Kaolin oder Porzellanthon (Kuchel in Leonh. Latschenb. f. Min. 1823)                    | 45,0<br>50,0<br>bis       | 34,0<br>28,0<br>bis  | 18,0<br>13,0<br>bis | —<br>8,0<br>bis              | —                  | —       |
| 2) Derselbe in sechs versch. Zuständen (nach Berthier in Bergelius Jahrb. Jahrg. IV. 163.) | 68,0<br>47,0<br>bis       | 25,0<br>19,0<br>bis  | 8,0<br>17,0<br>bis  | 1,0<br>11,8<br>bis           | 5,4<br>bis         | —       |
| 3) Bolus (Leonh. Dryognosse 497.)  | 66,0                      | 14,5                 | 8,5                 | 0,5                          | 6,0                | —       |
| 4) Gemeiner bunter Thon (nach Sohn in Leonh. Drygtg. 499.)                                 | 42,0                      | 21,0                 | 22,0                | 2,0                          | 13,0               | —       |
| 5) Lösserthon (nach Klapproth in Kallner d. Gew. Freund Nr. 15. Jahrg. 1815)               | 61,0                      | 27,0                 | 11,0                | —                            | 1,0                | —       |
| 6) Walterde (von Sophieska nach Klapproth ?)   | 49,0                      | 31,0                 | 15,0                | Spur                         | 5,0                | —       |
| 7) Gemeiner Thon in Ackererden, vorher sehr gereinigt (nach Groue.)                        | 52,0<br>70,0<br>85,0      | 37,0<br>25,0<br>12,0 | Sa<br>nicht<br>in   | —<br>—<br>—                  | 11,0<br>5,0<br>3,0 | —       |
| 8) Derselbe (nach Schüller in den Hofmeister Blättern.)                                    | 58                        | 36                   | Rechnung            | —                            | 6,0                | —       |

Nach den von Berzelius aufgestellten Proportionen sind eigentlich nur folgende drei normale verschiedene Verbindungen zwischen Kiesel-erde und Thon-erde zu unterstellen:

|                          | Kiesel-erde | Thon-erde |
|--------------------------|-------------|-----------|
| — ein erstes Silicat aus | 48,15 u.    | 51,85     |
| — zweites — — —          | 65,00 u.    | 35,00     |
| — drittes — — —          | 73,58 u.    | 26,42     |

In demselben Verhältnisse, als der Thon an sich von zufälligen Beimengungen rein ist und in seiner chemischen Zusammensetzung Thon-erde und Wasser über die Kiesel-erde vorwiegen, scheint er erweichbarer, geeigneter zur mechanischen Wasseraufnahme, auch zäher und schlüpfriger oder fetter im Gefühl, umgekehrt aber jenes alles um so weniger (also magerer), besonders in Folge von chemischen und mechanischen Kalk-, Talk-, Eisen- und Kieselstaub-Beimischungen \*). Hierauf und auf andern Beimengungen (Humus) gründen sich die verschiedenen Gattungen von Thon, nämlich Porzellanthon, Pfeifenthon, Töpferthon, Ziegelthon, Wallerde, Eisenthon (Farbthon), Bergseife, Lettke, Kley u. s. w.

Man reinigt den gemeinen Thon von seinen, ihm mechanisch anhängenden, fremdbartigen Theilen durch Schlemmen, besonders nach vorherigem Abkochen in Wasser, oder auch durch Abkochen in milden Alkalien (Humusabscheidung) und in verdünnten Säuren (Kalkerde und Talkerde- und Eisen-Abscheidung), wogegen die noch nicht in chemische Verbindung getretenen kohligen (schwarz färbende) Theile, durch solche Verkohlung sich nicht trennen lassen.

\*) Welche letztere sehr gewöhnlich sind, ihn aber bei größter Feinheit nur in erheblicher Beimengung merklich magerer machen.

Dieser reine Thon ist von äußerst feinem unspühlbaren Korne, und in Folge veränderlicher Beimengungen von Eisenoryd, Bitumen &c., in allen Abänderungen — zwischen weiß und schwarz, gelb und rothbraun (selten grünlich) — gefärbt.

In dieser reinsten Form sogar ist der Thon im Wasser völlig unauflöslich, er hält sich dagegen (besonders wenn er aus der Tiefe des Bodens entnommen und noch nicht mehrmals feucht der Luft ausgesetzt und einer völligen Austrocknung unterworfen worden ist), in Folge seiner großen Verwandtschaft zum Wasser, in diesem sehr lange schwimmend; kann jedoch durch einen Zusatz von nur wenigem mildem Kali, oder noch besser — einer Mannauflösung, aus derselben niedergeschlagen werden; wobei denn nicht bloß die nähere Verwandtschaft beider letzten Stoffe zum Wasser, sondern beim Alaun auch die Säure, fällt und gegen die schwimmenden Thontheilchen wirkt und einen ganz eigenthümlich gerinnenden Niederfall zu Wege bringt. Durch Abkochen und Gefrieren des Thons wird Luft ausgetrieben und derselbe durch ersteres leichter erweichbar und schwimmfähig gemacht, dagegen nicht so durchs Gefrieren.

Jene große Verwandtschaft zum Wasser verräth der Thon auch noch durch die große Reigung und Lebhaftigkeit, womit er dasselbe sowohl dunsiförmig aus der Luft, als wie im flüssigen Zustande — aufnimmt, dasselbe mechanisch sehr lange fest hält, vollständig damit erweicht, zähe und seifenartig schlüpfrig wird und damit stark aufquillt; so wie auch dadurch, daß er — einmal gesättigt, — weiterhin weder Wasser noch Luft durch seine Masse durchseigen und durchdringen läßt, also hierin ganz entgegengesetzt wie der Sand sich verhält. Es scheint hierauf zugleich das leichte Ankleben des trocknen Thons an der feuchten Zunge zu beruhen. — Beim reinen gemeinen Thon

Gundeshagen's Bodenkunde.

kann diese mechanische Wasseraufnahme bis 70 Procent seines Trockengewichtes und unter gewissen Umständen (im frischesten oder ursprünglichsten Zustande) auf noch mehr ansteigen. Schon die reine Thonerde zeigt bei ihrem künstlichen chemischen Niederschlage diese engen Verwandtschaftsverhältnisse, indem sie — wenn dieser aus sehr wasserreichen Auflösungen bewirkt wird, in Form eines (rotten etwas durchscheinenden hornartigen) Hydrates gewonnen wird und nun über 4 bis 600 Procent ihres ursprünglichen Gewichtes an Wasser, ohne es abtropfeln zu lassen —, festhält; während unter andern Umständen und mehrmals befeuchtet der Atmosphäre und Austrocknung ausgesetzt, dieser mechanische Wassergehalt abnimmt, und nur 150 — 200 Procent ausmacht. Alle jene Eigenschaften einer bedeutenden Wasseraufnahme-Fähigkeit, Fähigkeit, Undurchdringlichkeit für Wasser und Luft, langsame Austrocknung u., trägt der Thon in verschiedenem Maße auf diejenigen Bodenarten über, welchen er in größerem oder geringerem Betrage sich beimengt.

Beim endlichen Austrocknen des Thones, was bei gewöhnlicher Temperatur nur langsam von statten geht, zieht er sich in denselben Verhältnisse, wie er aufgequollen ist, auch wieder zusammen; bildet eine dichte, fest zusammenhängende Masse, die mehrfach mit Trockenrissen durchzogen ist. Letztere erfolgen nicht und jener Zusammenhang und Festigkeit erlangt einen ziemlich hohen Grad, wenn der bloß mäßig feuchte Thon starke Pressungen (Treten, Schlagen u. z. B. auch bei Pflügen des fruchten Thonlandes) erleidet, und langsam trocknet. In dem befeuchteten einigermaßen lockern Zustande nimmt der Thon sehr begierig neben dem Wasserdunst auch atmosphärische Luft auf und verliert diese und den letzten Rest seines mechanisch aufgenommenen Wassergehaltes erst beim Einwir-

ten einer Glühhitze, also keineswegs beim bloßen Dürren unter niedrigen Temperatur-Graden. — Durch längere Dauer jener Glühhitze, oder durch eigentliches Pressen verliert der Thon nicht bloß seinen chemischen Wassergehalt, sondern mit diesem zugleich auch die Fähigkeit (selbst im feinsten Zustande) wieder mit Wasser zu erweichen und zusammenzuhängen, folglich seine Formbarkeit und Zähigkeit; er wird dadurch vielmehr steinhart und verhält sich nun in Bodengemenge ziemlich so wie Quarzsand. Hierauf beruht denn das, die zu große Feuchtigkeitsaufnahme und Zähigkeit des Thonbodens vermindernde Brennen desselben im Großen, durch mancherlei besondere hierauf abzielende Vorkehrungen. Durch Abglühen dieses verhärteten Thones mit feuerbeständigen Alkalien läßt sich jedoch seine frühere Eigenschaft und Formbarkeit wieder herstellen.

301

Es finden sich in der Natur einzeln wohl feste Thonerde-Hydrate, allein nirgends kommen diese und Thon-Alsilathydrate in Wasser aufgelöst, also flüssig im Boden und in Mineralquellen, und auch selten Spuren davon in der Asche der Pflanzen, — vor; was um so beachtenswerther ist, als die Alkalien im äßenden Zustande die Thonerde wenigstens leicht auflösen. Auch die Säuren wirken auf den reinen gemeinen Thon; der lange der Luft und mehrmals der Anstreuung ausgesetzt gewesen ist, so wenig, als die auf solche Weise behandelte reine Thonerde, und nur starke Schwefelsäure löst aus einem ganz frischen, aus der Tiefe gebrachten Thon, einen gewissen Betrag von Thonerde allein ganz auf, wobei denn die Kieselersäure sich ausscheidet und niederfällt. Häufig findet sich der Thon, außer seinem gewöhnlichen Eisengehalte (von 1 bis 10 Proz.), zugleich noch in sehr enger Verbindung mit Bitumen, Kohle, Huminsäure, Schwefelsäure etc. Er saugt überhaupt organische Stoffe, wie z.

B. St., Pette u. sehr begierig ein, umwickelt dieselbe gleichsam sehr innig und schützt sie so gegen die Luft- oder Sauerstoff-Einwirkung; folglich also gegen Verwesung und die Metalle gegen Drydation. Selbst der auf ein Anhauchen erfolgende eigenthümliche Geruch des Thones (Thongeruch) scheint auf jener schnellen Auffangung der Feuchtigkeit u. des Aethers und einer augenblicklichen Umänderung der atmosphärischen Umgebung zu beruhen.

#### S. 22.

Der oben (§. 13) dargestellte Gang der Fels-Verwitterungen läßt sogar in dem, aus verwitterten Kalkgesteinen hervorgehenden Erdreiche, nur wenige Kohlensäure Kalkerde ganz frei im Boden auftreten, in dem ein großer Theil derselben bei jenem Prozesse in andere Verbindungen sogleich aufgenommen und darin verstreut gehalten wird.

Setzt man einen rein kohlensauren Kalk dauernd einer Kälte aus, so wird dadurch die Kohlensäure und das etwa mechanisch und chemisch ihm anhängende Wasser ausgetrieben, und man erhält eine reine Kalkerde (Kalk), welche gegen alle organische Körper stark angreifend (äzend) oder auflösend wirkt. Jede reine Kalkerde besteht in der Regel aus 74,91 Calcium und 28,09 Sauerstoff; doch nimmt sie unter besonderer Behandlung auch das zweifache jener Sauerstoffmenge auf und bildet alsdann ein ähnliches „Übersoxyd“, wie die Schwererde u. — Von dieser reinen Kalkerde verbinden sich 75 Prozent unter sehr merklicher Erhitzung etwa mit 25 Prozent Wasser chemisch zu einem trocknen, in letztem jedoch auch völlig auflöselichen Kalkhydrate; wobei etwa 680 Theile flüssiges Wasser ein Theil trocknes Kalkhydrat (also 0,0014) aufnehmen und damit eine völlig klare Auflösung (Kalkwasser) herzustellen, im Stande sind. Zu



einer geringern Menge von Wasser dagegen, als zu jener wirklichen Auflösung erfordert wird, hält die pulverig feine reine und weiße Kalkerde nur mechanisch sich einige Zeit schwimmend, in welchem Zustande man dieß bloße Gemenge nun „Kalkmilch“ nennt. Besprengt man den gebrannten Kalk nach und nach mit kleinen Mengen Wasser, oder legt ihn an einen feuchten Ort, so zerfällt er, in ein feines pulveriges Kalkhydrat (Mehlkalk), wogegen er mit Wasser zu einem Breie angemacht und nachher getrocknet, zur ziemlich festen Masse erhärtet.

Sowohl jenes Kaltwasser, als das befeuchtete feste Kalkhydrat, sind fähig ohne weiteres luftförmige Kohlensäure aus den atmosphärischen Umgehungen anzuziehen und damit innig chemisch sich zu kohlensaurem (mildem) Kalk wieder zu verbinden. In Folge dieser größern Verwandtschaft der Kohlensäure zur Kalkerde wird nun das mit letzterer chemisch verbunden gewesene Wasser ausgetrieben, und der in letzterem stets unauflösbare kohlensaure Kalk fällt nunmehr aus den Kaltwassern nieder; wogegen die festen Kalkhydrate nach und nach einen wasserfreien kohlensauren Kalk von festerem Zusammenhalt wieder herstellen. Demnach ersetzen Kohlensäure und Wasser einander wechselseitig im Kalk, und können nur unter besondern Umständen gewissermaßen gleichzeitig neben einander darin bestehen, z. B. wenn für eine gewisse Masse feuchtes festes Kalkhydrat die erforderliche Menge Kohlensäure mangelt, um sie ganz in kohlensauren Kalk umzuwandeln.

Ohngeachtet dieser vorwiegenden Verwandtschaft der Kohlensäure zur Kalkerde vermag dieselbe dennoch jene bloß nach vorheriger Befeuchtung wieder aufzunehmen; und diese Vermittelung der Kohlensäure-Aufnahme durch Wasser ist so wesentlich bedingt, daß sowohl die feste reine Kalkerde, als auch das feste Kalkhydrat, durch völ-

lige Trockenhaltung vollständig gegen alle Kohlensäure-Anziehung geschützt werden können. Jedoch hat man in letzterer Hinsicht zu beachten, daß der trockne Kalk und das trockne Kalkhydrat ganz unmerklich gewisse Menge von dunstförmigem Wasser aus der Umgebung anziehen und mittelst dieses allmählig auch die Kohlensäure wieder aufzunehmen im Stande sind. Der gebrannte Kalk zerfällt in dieser Weise an der freien Luft allmählig ebenfalls zu einem feinen Pulver (Mehlkalk), jedoch von kohlensaurem Kalle, welches mit dem oben angeführten pulverigen Kalkhydrat, welches nur zufällig etwas Kohlensäure aufgenommen pflegt, nicht zu verwechseln ist.

Der reine kohlensaure Kalk besteht aus 56,39 reiner Kalkerde (Calciumoxyd) und 43,61 Kohlensäure. Diese gewöhnliche oder normale Verbindung der Kohlensäure mit der Kalkerde ist im Wasser unauflöslich, dagegen dieselbe in jedem Kohlensäure führenden Wasser, also durch eine über jenes Normalverhältniß reichende Kohlensäuerung, bis zu 0,0007 und 0,0008 auflöslich zu werden scheint; jedoch sobald aber wieder unauflöslich zu Boden fällt, als jener nur sehr leicht damit verbundene Kohlensäure-Uberschuß durch bloßes Stehen an der Luft und geringe Erwärmungen der Auflösung entweicht. Doch spricht manche Erscheinung auch für die Möglichkeit, daß durch natürliche Prozesse im verwitternden Kalkgestein und anderwärts Kalkhydrate gebildet und einige Zeit im Wasser mit fortgeführt werden. — Selten finden sich in der Natur die Gewässer völlig frei von aufgelöster Kalkerde.

Das breiartige frische Kalkhydrat besitzt die Eigenschaft, sowohl mit Kiesel sand, als auch andern gröbern und feinen Gesteinmassen, einen an der Luft bald erhärtenden festen Kitt oder Mörtel zu bilden, der im Laufe der Zeit (— durch allmählichen Rückgang in kohlensauren

Kalk? —) noch immer mehr an innigstem Zusammenhalt gewinnt. Sogar rohe und ausgeglühte Kalkfelstrümmer von jeder Größe verbinden sich in jener Weise zu sehr festen Massen; and vor allem besitzen die einem gewöhnlichen, oder auch vulkanischen Feuer — ausgesetzt gewesenem Sand- und Steintrümmer die Eigenschaft, mit dem Kalkhydrate einen, sogar unter Wasserbedeckungen sehr schnell erhärtenden (sogen. „hydraulischen“) Mörtel zu bilden.

Auch das Kalkhydrat behält noch einige ägende Wirkung bei: und selbst der kohlensaure Kalk verbindet sich leicht mit organischen Stoffen. Die Säuren lösen fast alle den freien kohlensauren Kalk sehr leicht auf, wobei alsdann die Kohlensäure unter Aufbrausen entweicht. Dagegen sind viele der im Erdbreich vorkommenden Verbindungen des Kalkes mit der Kiesels- und Thonerde, Eisen, Bitumen u. ohne weiteres, d. h. ohne vorheriges Abkochen und Ausglühen mit ägenden und milden Alkalien, — viel schwerer auflösbar und gewöhnlich bedarf es dazu wenigstens starkerer Säuren, höherer Wärmewirkung und längerer Zeit. In mehreren von dergleichen Verbindungen enthält die Kalkerde keine Kohlensäure und braust folglich alsdann beim Auflösen auch nicht auf. Übrigens verliert jeder Boden im Verlaufe der Zeit durch die Auflösbarkeit eines Theils seines Kalkgehaltes in überflüssiger Kohlensäure (oben), Humusäure u., — diesen selbst in der Oberfläche immer mehr und mehr. Auch die Auflösbarkeit der Kalkerde in Humusäure, und der daraus hervorgehenden Salze in Wasser, trägt zu jenem allmählichen Abnehmen des Kalkgehaltes im Boden ebenso bei, als wahrscheinlich die Vegetation.

- a) Ganz frischer, aus der Bodentiefe gebrachter Kalkboden und Mergel, sogleich mit heißem Wasser ausfiltrirt, lieferte dem Verfasser dennoch auflöselichen Kalk im Abflusse, wenn dieser nun anmittlbar mit Zuckersäure versetzt wurde. —

## §. 23.

Die kohlensaure Talkerde kommt noch viel seltner als die Kalkerde im Boden für sich oder frei vor; indem sie theils mit der lethern, theils mit der Kieselserde und dem Eisen x. innige chemische Verbindungen eingeht und auch mit allen übrigen Bodenbestandtheilen leicht sich verbindet.

Wie beim Kalk, so läßt auch der mit der Talkerde chemisch verbundene Gehalt an Kohlensäure und Wasser durch anhaltendes Glühen sich austreiben und die reine Talkerde (Ätztalk) herstellen. Diese besitzt ähnliche ätzende Eigenschaften wie der Ätztalk; besteht aus 61,29 Magnium und 38,71 Sauerstoff, ist aber eines ähnlichen höhern künstlichen Oxydationsgrades wie die Kalkerde nicht fähig. Dagegen ist ihre Verwandtschaft zum Wasser größer als bei letzterer, und der Ätztalk verbindet sich damit unter einer außerordentlich starken Erhitzung zu einem, in reinem Wasser nachher nicht weiter auflöselichen Talkhydrate, — trocken aus 69,68 reiner Talkerde und 30,32 Wasser bestehend. Die Verwandtschaft des Ätztalkes und Talkhydrates zur Kohlensäure ist geringer wie beim Kalk, und es verbinden sich — unter denselben Umständen wie bei letzterm — im einfachen Verhältnisse 62,35 Talkerde und 37,65 Kohlensäure, — im zweifachen Verhältnisse aber 48,41 Talkerde und 51,59 Kohlensäure — zu kohlensaurem Talle. Dieser letztere nun ist außerdem zugleich noch zu einer geregelten (im Gegensatz einer zufälligen wie beim Kalk) Verbindung mit Wasser, oder das Talkhydrat einer solchen mit Kohlensäure, fähig, und es sind diese kohlensauren Talkhydrate zusammengesetzt

|                             |              |       |
|-----------------------------|--------------|-------|
| entweder aus 47,59 Talkerde | } oder 29,67 |       |
| 28,75 Kohlensäure           |              | 31,61 |
| 23,52 Wasser                |              | 26,72 |

und diese nun auch in größern Mengen (nothwendig kohlen-sauer?) Wasser auflöslich. Hiernach kommen also bei der Lallerde, zum Unterschiede vom Kalk, Kohlensäure und Wasser gleichzeitig neben einander in jener Verbindung vor und namentlich möchte dieses der Fall am häufigsten bei allen im Erdreiche vorhandenen freien Talk antheilen seyn. Die bloßen Talkhydrate nehmen übrigens im befeuchteten Zustande an der Atmosphäre aus dieser die Kohlensäure ungleich langsamer als das Talkhydrat wieder auf, dagegen entzieht der Abfall den Alkalien die Kohlensäure sehr begierig und schnell (Davy a. o. a. D.).

Die Hydrate des Talkes zeigen überhaupt eine große Neigung zu einer weitem mechanischen Verbindung oder Aufweichung in Wasser, und nehmen dieses nicht bloss dunstförmig, sondern vor allem flüssig bis zum  $1\frac{1}{2}$  und 6fachen ihres Trockengewichtes (ohne es austropfeln zu lassen) auf; ohne jedoch damit einen so zähen und formbaren Leig wie der Thon, oder einen Mörtel, und für sich eine feste Masse nach dem Trocknen, wie das Talkhydrat, — zu liefern.

Ein solches Erweichen und mechanisches Aufnehmen von vielem Wasser ist zwar auch den frisch gewonnenen reinen, und thonigen (schlupfrig, zähen und ziemlich formbaren) Kieselalkal-Verbindungen oder Talksilikaten eigenthümlich; sie verlieren diese Eigenschaft aber — nachdem sie einmal ausgetrocknet sind — gänzlich, und erlangen sie erst wieder entweder nach künstlichem Aufschließen durch Alkalien, oder in einer Vermengung mit Humus und verwesenden vegetabilischen Stoffen befeuchtet erhalten. Mit diesen letztern Substanzen wird zum Theil humus-saure Lallerde gebildet, welche im Wasser löslich ist und in dieser Form dem Boden häufig mechanisch und auch wohl durch die Vegetation — entführt wird.

In ähnlicher Weise verhalten sich die übrigen etwas zusammengefügteren Verbindungen der Talkerde im Boden, wie sie durch Verwitterung des Schloat- und Talkschiefers, mehrerer Trappgebilde, des talkhaltigen Thonschiefers, Serpentin und Gabbro (auch Speckstein, Meerschaum u.) hervorgehen und im Großen vorkommen. Sie verlieren nämlich in gleichem Grade, — wie an der Erweichungsfähigkeit, — so auch die darin gebundene Talkerde an ihrer sonst so leichten Auflöslichkeit in allen Mineralsäuren u. Schon die frischen saßen dolomitischen Verbindungen (talkig-talkigen Gesteine), die im Großen so häufig vorkommen und durch ihre Verwitterung auf weite Strecken hin einen talkerdehaltigen Boden kiefen, lösen sich nur langsam und unter geringer Luftentwicklung in Säuren auf, während die erdigen Verbindungen derselben Gattung, — nunmehr meist im Hydratzustande, — sich größtentheils sehr leicht in verdünnten und schwachen Säuren auflösen lassen.

- a) Tennants Ansicht von der nachtheiligen Wirkung der Talkerde auf die Vegetation ist einer Berichtigung jetzt wohl nicht mehr werth.
- b) Ueber die Art und das Maas einer Auflöslichkeit der Talkerde in Wasser bestehen die größten Abweichungen zwischen vielen Schriftstellern, — ebenso wie über ihre Wasseraufnahme-Fähigkeit; obschon letztere gerade so wie bei der Thonerde bald durch die Frische, bald durch das vorhergegangene mehrfache Kiefern und Trocknen, bestimmt wird.
- c) Daß die Talk- und Kalk-Silikate nicht bloß durch Behandlung mit Humusäure in der Wärme (Sprengel) zerlegt, sondern ausserdem auch wieder zerweichbar und formbar gemacht, werden können, ergibt sich aus der Technik (Fabrikation der Pfeifenköpfe) und aus den Erscheinungen in der Natur.

#### S. 24.

Das Eisen kommt im Boden, so höchst allgemein es auch verbreitet ist, doch noch seltener als die Kalk- und

**Eisenerde** völlig frei oder als gesonderter Bestandtheil vor, sondern fast immer in mehr oder weniger enger chemischer Verbindung mit allen übrigen Bodenbestandtheilen, die davon mehr oder weniger durchdrungen sind und in diesem Verhältnisse gewöhnlich auch durch dasselbe verschiedentlich gefärbt werden.

Wie bei der Verwitterung der Felsgesteine deren Bestandtheile und die aus denselben neu hervorgehenden Verbindungen hauptsächlich in Hydrate umgewandelt werden, so scheint auch das Eisen durch diesen Prozeß mehr solche Wasserverbindungen einzugehen, als gerade durchaus auf höhere Drydationsstufen zu gelangen. In Folge dessen findet sich denn auch bloß oxydulirtes oder überhaupt schwach gesäuertes Eisen noch ziemlich oft im Boden, und vielleicht erhält es sich — entweder in engster chemischer Verbindung mit den andern Bestandtheilen auf solchen niedern Drydationsstufen, oder der Humusgehalt des Bodens wirkt mit hierauf ein. —

Die gewöhnlichsten Formen unter welchen das Eisen im Boden — entweder frei, oder auch gebunden an die übrigen Bestandtheile — vorkommt, sind folgende:

| Nach Berzelius<br>Tabellen über die<br>Atomengewichte etc. | Eisen  | Sauer-<br>stoff | Wasser | Kohlensf.                      |
|--|--------|-----------------|--------|--------------------------------|
| Eisen-Oxydul   | 77, 23 | 22, 77          | —      | —                              |
| Dryd-Oxydul  | 71, 78 | 28, 22          | —      | —                              |
| Dryd   | 69, 34 | 30, 66          | —      | —                              |
| Erstes Eisenhydrat   | 85, 30 | —               | 14, 70 | —                              |
| Zweites  | 79, 62 | —               | 20, 38 | —                              |
| Kohlensaures Eisen<br>einfach                              | 54, 22 | —               | —      | 45, 78                         |
| Kohlensaures Eisen<br>zweifach                             | 70, 32 | —               | —      | 29, 68                         |
| Humussaures Eisen  | 10, 40 | 4, 60           | 85     | Humusssäure<br>(nach Sprengel) |

Die ~~Säuren~~ und Drydhydrate des Eisens sind in kohlensaurem Wasser auflöslich und pflegen in dieser Form dem Boden allmählig entführt zu werden; auch werden dieselben ebenso wie das kohlensaure Eisen, durch Säuren leicht aufgelöst; dagegen die wasserfreien vollkommenen Eisenoryde, besonders nachdem sie an der freien Luft stark ausgedörret oder auch geglüht worden sind, ihre Auflösbarkeit selbst in starken Säuren verlieren und sie nur durch Abglühen in Alkalien wieder erlangen.

So wenig das regulinische Eisen, als seine Drydule, sind einer ersten und weitem Drydation andrer fähig, als in befeuchteten Zustande — oder aber in der Glühhitze, — der Atmosphäre ausgesetzt. Im erstern Falle zerlegen sie nicht das Wasser, und oxydiren sich nicht mit dessen Sauerstoff, sondern das Wasser (Befeuchtung) wird nur Hilfsmittel, damit das Eisen den atmosphärischen Sauerstoff anzuziehen und sich damit zu verbinden im Stande ist, und zu einer solchen Anziehung des Sauerstoffes zeigt sich das Eisen (wahrscheinlich auch Hamus und Erden) sogar unter einer ziemlich hohen Bedeckung von Wasser fähig.

Genem Verhalten des freien Eisens ist auch das in seinen Verbindungen mit den übrigen erdigen Bodenbestandtheilen ähnlich. So weit der Boden merkliche und hervorragende Antheile von Eisenorydhydraten enthält, zeigt er factisch sich sehr fruchtbar, und zwar der Meinung Derjenigen entgegen, welche das Eisen der Vegetation überhaupt für nachtheilig halten und diese Ansicht hauptsächlich auf das Verhalten von Pflanzen stützen, die bloß in Eisenorydulen, in wasserfreien Dryden und in verschiedenen Auflösungen des Eisens in künstlichen Apparaten zu vegetiren gezwungen wurden. — So wenig also die günstige Wirkung des Eisenorydhydrates (und Drydul-



Drydhydrates ?) zu bezweifeln ist, so wenig läßt dieselbe für das Drydul und wasserfreie Dryd sich nachweisen, und wahrscheinlich verhält es sich mit beiden ebenso, wie mit dem noch unausföhllichen Humus (unvollkommene Humus-säure, Leichschlamm u.) und dem sogenannten überoxybirten oder wasserfreien Humus.

Noch besitzen die freien Eisenorydhydrate (auch die Drydul = Drydhydrate ?) die Eigenschaften, die mit ihnen in Berührung tretenden Erdtheilchen, besonders den Kie-selsand, Steingebröckel, verkünnen und in solcher Weise zuweilen sehr feste Massen bilden zu können, welche jedoch, durch Verlust ihres chemischen Wassergehaltes, an der Luft mit der Zeit zuweilen jenen Zusammenhalt ebenso wieder verlieren, wie es bei allen Erdhydraten der Fall ist, wenn ihre Erweichbarkeit durch wiederholtes Befeuch-ten und Wiederausdurren vermindert wird.

- a) A. v. Humboldt (Aphorismen z. Pflanzen-Physiologie S. 67 und 83) fand, daß weder in frischen Feilspänen, noch in Dryden (welchen ?) des Eisens, Saamen keimen wollten, da doch San-ctia und Rüdert die Eisenerze für wirksame Düngmittel er-klärt hätten. Es mögen diese scheinbaren Widersprüche nun nicht bloß auf einer abweichenden Wirkung des Eisens auf seinen ver-schiedenen Drybationsstufen beruhen, sondern auch noch von der gleichzeitigen Mitwirkung des Humus, verschiedener Erdstoffe u. abhängig zu seyn. Pflanzen in bloßem Eisenoryd müssen sich an-ders verhalten, als andere in einem bloß eisenhaltigen Erdreiche.
- b) Da beinahe jede Pflanzen-Arche einen Antheil dem Magnete fol-gendes Eisen enthält, so scheint die Verbrennung keine vollstän-dige Drydation zu bewirken.
- c) Davy, S. 403 f. Ag. Chem. erwähnt bei dem Eisenge-halt des Bodens einiger ungewöhnlichen Eigenschaften und Wir-kungen desselben. Wären diese, wie Einige annehmen, — der Vegetation nachtheilig, wie thauten die aus den eisenhaltigsten Gesteinen abstammenden und ebenfalls an Eisen sehr reichen Bo-

benutzen (s. B. der tertiäre Schelm, die meisten Krappgewächse etc.) ihre hervorragende Fruchtbarkeit bezeugen und behaupten ?? —

d) Sehr interessant in Beziehung auf einzelne Theile der hier aufgestellten Theorien über die Vermittelung der Dryationen durch das Wasser sind die Versuche von Dr. Marshall Halls über das Dryiren des Eises. (Jahrb. des Wiener polyt. Inst. II. 1820. S. 451.)

### §. 25.

Dem Mangan ist als Bodenbestandtheil beinahe so wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden, als früher der Kalkerde und vielleicht aus demselben Grunde; nämlich weil Mangan und Eisen in ihrem Verhalten für sich einander ziemlich so nahe zu stehen scheinen, als Kalk- und Kalkerde. Dieser Umstand bleibt aber um so bemerkenswerther, als das Mangan neben dem Eisen einen fast eben so allgemeinen Bestandtheil des Bodens und der Pflanzenaschen ausmacht, wie in letztern die Kalkerde neben der Kalkerde.

Bekanntlich kommt das Mangan in der Natur überhaupt, und auch in die Felsarten eingeschlossen, in verschiedenen Formen vor, nämlich als Drydul und Dryd in mehrfach verschiedenen Stufen der Säurung bis zur Säure selbst. Ebenso sind seine Dryde theilweis — sowohl einer Verbindung mit Wasser, als mit Kohlensäure — fähig und werden hierdurch wahrscheinlich zur Auflösung in der Bodenfeuchtigkeit, geschickt; auch gelangen sie wohl so in die sehr manganhaltigen Kalktrüffe, worin sie zuweilen in reichlicher Menge vorkommen. Dessenungeachtet finden diese wässerigen Auflösungen des Mangans sich weder unter den Beobachtungen und Prüfungen über die Zusammensetzung des Bodens, noch der Mineralwasser (einzelne der letztern ausgenommen) — aufgeführt, und es muß in dieser Beziehung ein Weiteres erst noch versucht und abgewartet werden.

- a) Wären Eisen und Mangan in Wasser nicht auflöslich zu erhalten, so würden die Materialisten in Verlegenheit seyn, den Gehalt der Pflanzenaschen an jenen Metallen zu erklären. Nur in Rücksicht auf jene materialistischen Ansichten ist hier denn auch stets das Vorkommen der Bodenbestandtheile in den Pflanzenaschen bemerkt, ohne jenem Systeme deshalb huldigen zu wollen.
- b) In neuester Zeit ist von Dr. Sprengel dem Mangangehalte des Bodens eine rühmlichste Aufmerksamkeit gewidmet worden. Es scheint daraus eine demselben eigenthümliche, von der des Eisens abweichende, Einwirkung auf die Vegetation zukommen.

## §. 26.

Hinsichtlich der verschiedenen Zustände, in welchen der Humus in der Natur vorzukommen pflegt, sind uns die Gesetze, welche Karsten über die sehr veränderlichen Mischungsverhältnisse und Eigenschaften der folgenden Substanzen überhaupt aufgeführt hat (oben S. 14. Pro. 4 und 5), von höchstem Interesse.

In Folge der früher schon nachgewiesenen Entstehungsweise des Humus (§. 16) kommt derselbe einmal als vollkommener, zum andern als unvollkommener Humus — und jener erstere wieder in reinem Zustande (§. 18) eigentlich in folgenden drei verschiedenen Formen, — vor, nämlich: 1) als überkohliger und überwasserstoffter (milder) Humus; 2) als Humus-säure; 3) als halbzersehter oder sogenannter oxydierter Humus; von welche jede ihre sehr wesentlichen Eigenthümlichkeiten besitzt und hier gesondert abzuhandeln ist.

- a) Eine ausführliche Nachweisung der neuesten Beobachtungen und Theorien über den Humus findet sich in des Verfassers „fortlichen Berichten und Miscellen“ I. 1830. S. 51.

## §. 27.

Die erste Form oder der reine überkohlige Humus (§. 18, Sprengels halbverkohelter a. a. D. S. 148 und 159) besitzt Kohlenstoff in dem am meisten überwiegenden Verhältnisse gegen Sauerstoff und Wasserstoff, und letztern wieder in einer zur Wasserbildung überschüssigen Menge (überwasserstoff). Wir dürfen hier auf wenigstens aus den Elementar-Zusammensetzungen a) des Torfes, b) des schwarzen fossilen Holzes und c) der Braunkohle, so wie d) der in Italien auslöslichen Gattung von Steinkohlen schließen, die man folgendermaßen bestimmt hat.

|  | Kohlenstf. | Sauerstf. | Wasserst. |
|--|------------|-----------|-----------|
| a) Torf, nach Fikenscher in Rosers Torfwirthschaft u. Nürnberg 1825) " " " " | 66, 66     | 10, 39    | 18, 59*)  |
| b) Fässiges Holz nach Karsten (a. o. a. D.) " " " "                          | 64, 10     | 30, 87    | 5, 03     |
| c) Braunkohle, nach Karsten (Pechkohle von Altenweiler)                      | 77, 88     | 19, 55    | 2, 57     |
| d) Steinkohle nach Karsten (v. Brzenskowitz) " " " "                         | 76, 07     | 21, 09    | 2, 84     |

In dieser ersten oder ursprünglichsten Form bildet der Humus eine bald schwarzbraune, bald (besonders in feuchtem Zustande) mehr schwarze, bloß schwach zusammenhängende zerreibliche erdig-kohlige Substanz von mattem Ansehen; und nur bei größerer Reinheit und Übergewicht von Kohlenstoff (worüber in der Folge) gewinnen Zusammenhang, Schwärze und Frische noch mehr. Er löst sich zwar in wässerigen milden, und noch leichter in ägenden —

\*) Außerdem noch 2,76 Stickstoff und 1,70 Asche; welche bei den übrigen Zusammensetzungen nicht vorhanden waren, oder nicht beachtet wurden.

Italien, ziemlich vollständig auf, dagegen nicht in Säuren, Weingeist und auch nicht in kaltem oder warmem Wasser; theilt demselben daher auch eine gelbliche oder bräunliche Farbe nicht mit, obschon er dasselbe in erheblicher Menge (nach Maaßgabe seiner Reinheit und mehrmaliger Trocknung — vom Fünf- und Vierfachen bis zum Einfachen seines Trockengewichtes) mechanisch einzieht, damit zur breiartigen Masse erweicht und es beim Trocknen nur langsam wieder verliert; und endlich reagirt er nicht sauer.

Erst durch längeres Befeuchtetliegen an der Atmosphäre, oder auch Abkochen in siedendem Wasser, wird er theilweis in letztem auflöslich, indem er nun zum Theil (oberflächlich?) in Humus säure sich umgewandelt hat. Seiner ursprünglich nicht sauren und in Wasser nicht auflöselichen Eigenschaft wegen bezeichnet man den Humus in dieser Form als „überkohligen milden, unauflöselichen Humus“ wogegen Andere (Sprengel) die mit verschiedenen Basen neutralisirten humus sauren Salze mit diesem Namen (milde) belegen.

Der reine milde oder überkohlige Humus wird durch Pflanzensäuren, so wie durch verdünnte Mineralsäuren, nicht verändert, und letztere entziehen demselben nur die ihm zufällig etwa noch beigemischte Kalk- und Kalkerde, etwas Eisen und Mangan ic.; dagegen wird er von der concentrirten Schwefel- und Salpetersäure ic. vollkommen so zersetzt, wie die Humus säure (S. 28).

Die wässerigen Auflösungen des kohlensauren Kali, Natrium und Ammonium lösen diesen vollkommenen Humus kalt schon zum Theil auf; vollständiger noch unter Wirkung der Wärme, und am vollständigsten und schnellsten im ägenden Zustande. Jede mineralische Säure, (mit Gundeshagen's Bobenkunde.

Ausnahme der Phosphorsäure) besonders aber die Schwefelsäure, schlagen den Humus aus diesen alkalischen Auflösungen schnell und vollständig in der Form schwarzbrauner Flecken nieder, und dieser Niederschlag verhält sich nach gehörigem Ausfüßen und vor seiner Austrocknung, — also ganz frisch nach der Fällung, völlig wie Humus- säure, erlangt dagegen nach dem Trocknen eben so die, seinem frühern Zustande (d. h. des unlöslichen Humus) ähnliche Gestalt wieder, als er nunmehr, — längere Zeit in siedendem Wasser behandelt, oder bloß befeuchtet der Luft ausgesetzt — allmählig auch auflöslich wird und sich gerade so wieder in Humus- säure umwandelt, wie bei der Verwitterung der Felsmassen. Daher sind, wie wir weiter sehen werden, Humus und Humus- säure zwei nur sehr wenig verschiedene und deshalb wechselseitig leicht in einander übergehende Substanzen; welche ihr Wassergehalt noch neben dem Kohlenstoffe von der gewöhnlichen Feuer- kohle wesentlich unterscheidet. Übrigens besitzen die alkali- nischen Erden, besonders der Kalk, eine jenen Alkalien ziemlich analoge, obwohl schwächere Wirkung und Ver- halten gegen den Humus.

a) Häufig sind in dem unreinen voll. Humus noch gewisse An- theile von Schwefelsäure, Phosphorsäure: z. theils frei, theils an Eisen, Kalk, Thonerde z. gebunden, vorhanden, und den- selben noch Sand, Thon, unzerstörte Pflanzenreste in verschie- dener Menge mechanisch beigemengt.

b) Das sogenannte „Verwittern“ des Torfes, der Steine und Braunkohlen z. bei längerem Freiliegen an der Atmosphäre, besteht theils in einer Umwandlung derselben in auflöslichen Hu- mus und humus- saure Salze, welche vom Regen nach und nach ausgespült werden; theils in einer weiter gebiehenen Zerstörung desselben, wobei ein Theil des kohligten Stoffes mit Erde- und Metall- Antheilen engere (ganz ?) wasserfreie Verbindungen eingeht (S. 29) und hierdurch an Wirksamkeit auf die Vegeta- tion und an Brennbarkeit im Feuer verliert.

- c) Erst wenn der Torf, die Braunkohle, der Humus u. in abgeschlossenem Raume verkohlt werden, liefern sie 40—50 Prozent ihres ursprünglichen Trockengewichtes an wasserfreier Kohle, welche bei gewöhnlichem Verbrennen und Verkohlen des Holzes in der chemischen Zusammensetzung ziemlich gleich ist, also aus Kohlenstoff und sehr wenig Wasserstoff, — beide noch in engerer Verbindung mit dem gewöhnlichen erdlig-metallischen Aschengehalte, — zusammengesetzt sind, und nunmehr jedem Betreffen und Auflösliehwerden pöblig widerstehen.

## §. 28.

Die Zweite Form oder die Humusäure (auflöslieh oder saurer Humus) ist zusammengesetzt:

nach Döbereiner aus 41,38 Kohlenst. 55,21 Sauerstoff, 3,41 Wasserstoff.

nach Sprengel aus 58,00 Kohlenst. 39,90 Sauerstoff, 2,10 Wasserstoff.

Obchon beide Angaben sehr erheblich unter einander abweichen und vielleicht noch einiger Berichtigung unterliegen werden, so geht doch so viel daraus hervor, daß die Humusäure über das Zweifache (etwa 2 — 2½) so viel Sauerstoff besitzt, als nach dem bekannten Verhältnisse von 88,94 Sauerstoff zu 11,06 Wasserstoff zur Wasserbildung nöthig ist, und daß sie in Folge dessen auch als eine wahre Säure (oder Kohlenoxyd-Hydrat) auftritt. Diese war den Naturforschern zwar länger schon bekannt, ohne jedoch von ihnen genauer untersucht und in ihren Eigenthümlichkeiten ganz erkannt zu seyn, weshalb sie dieselbe sauren Humus nannten und sie der Sauerkees-, Essig- und Rorfsäure zunächst stellten; z. B. Saussure, Einhof, Grome, Herbstädt, Jameson (letzterer in seinen mineral. Reisen durch Schottland u. Leipz. 1802. S. 174); bis endlich hauptsächlich Sprengel (in Rastner Archiv VIII 1828. Heft 2.) ihre Eigenschaften nach-

wies und ihr den ursprünglich von Döbereiner herstammenden Namen „Humussäure“ beilegte.

Diese Säure läßt sich, selbst aus schon ziemlich reinem Humus, nun mittelst mehrfacher chemischer Operationen (Sprengel a. a. O. Seite 173 u. oben S. 48) von allen Basen frei und völlig rein darstellen und zwar weil ihr vor allem Kieselersde und Eisen sehr eng anhängen sollen. Ein Merkmal ihrer Reinheit soll angeblich darin bestehen, daß sie beim Einäschern gar keinen Aschenrückstand, also keinerlei erdige und metallische Bestandtheile, liefert (?). —

Diesen Grad von Reinheit besitzt die nach Braconnot's Methode aus Pflanzenfaser und Alkali bereitete Humussäure (Ulmmin) nicht, da ihr Rückstand beim Einäschern nicht frei von Kieselersde, Eisen und Kalk sich zeigt.

Die reinste Humussäure fand Klapproth in der Rinde der Ulme, aus faulig gewordenen Säften entstanden und bloß mit einem leicht zu scheidenden Antheile von Kali verbunden.\* (Vielleicht dürfte der reinste Humus sehr einfach durch Behandlung von reifen Olen und Harzen mit Schwefelsäure und Alkali sich herstellen lassen.)

Die Eigenschaften des Humus in dieser zweiten Form bestehen darin, daß er nunmehr wirklich wie eine Säure (ziemlich ähnlich der Essigsäure) sich verhält, die einen schwach-sauren, hinternach zusammenziehenden Geschmack besitzt, die Lakmustrinctur röthet und antiseptische Wirkung äußert; ferner: ebenso wie andere Säuren, mit Alkalien unter Austreibung ihres Kohlensäuregehaltes leicht, — mit der Kalk- und Talkersde u. in ähnlicher Weise, aber nur unter Mithülfe von Wärme, — gleiche Verbindungen eingeht; wie mit dem Eisen, und



Mangan und andern Substanzen; so wenig jedoch mit diesen Basen, als für sich allein — krystallisirbar ist; dagegen (ist der Wärme) etwas wenigens von mineralischen Säuren, außerdem auch vom Weingeiste und Wasser, in jeder Form mit gelblicher und bräunlicher Farbe aufgelöst wird. Setzt man letztere Auflösung dem galvanisch-elektrischen Strome aus, so sammelt sich auch die Humusssäure in Flecken ebenso um den Zink- oder Pluspol an, wie es bei jeder andern Säure der Fall ist.

Diese frische feuchte Humusssäure hat nunmehr, — ob schon im Außern überhaupt gegen den frühern Zustand wenig verändert, — zu einem schwarzbraunen, gegen vorhin zärtern und schlüpfrig-weichen Brei sich umgebildet, wovon  $\frac{1}{2500}$  bei einer Temperatur von  $15^{\circ}$  R., so wie  $\frac{1}{10}$  in siedendem, aber nur  $\frac{1}{6500}$  in eiskaltem Wasser, auflösbar ist; wovon sie denn auch — im Gegensatz des erstern unauflöslichen Zustandes — den Namen „auflöslicher“ Humus erhalten hat. Zugleich hat sie nun sehr an Fähigkeit gewonnen, im Wasser zu erweichen und dieß bis zum zwanzigfachen des Trockengewichts mechanisch aufzunehmen; also zeigt sie hierin eine, allen Erden und Metallen beim Übergange in den Hydratzustand eigenthümliche Erscheinung eines vermehrten mechanischen Wasseraufnahme-Vermögens. — Aus allen jenen, sowohl rein wässerigen, als auch salzigen Auflösungen, wird jedoch die Humusssäure durch jede im Überschuss kalt angewandte Mineralsäure, so wie auch durch das völlige Austrocknen und Gefrieren des Wassers — vollkommen und in einer Form gefällt, welche von ihrer ersten (oder ursprünglichen unter No. 1), d. h. von unauflöslichem milchem Humus, nur wenig abweicht. Sie verhält sich nun auch wieder diesem letztern ziemlich gleich, und läßt sich deßhalb weiterhin in jeder der vorhin be-

schriebenen Weisen, nämlich durch Abkochen im Wasser und durch Befeuchtet-Erhalten an der Atmosphäre theilweis, dagegen durch Auflösung und Niederschlag aus Alkalien vollständig, — in der sauren Form nochmals, und in ähnlicher Art mehrfach —, sich wieder herzustellen. Demnach scheint (wie ferner noch anschaulicher werden wird) bloß ein veränderter und bei der Umbildung des milden Humus in den sauren — vermehrter chemischer Wassergehalt (und Sauerstoff-Überschuß über diesen hin) den Unterschied zwischen beiden Formen auszumachen, und dieser Ansicht ist auch Dr. Sprengel, indem er a. a. O. Seite 178 sich so ausdrückt: „... hieraus möchte man folgern, daß die Humusäure „eigentlich ein Kohlenoxyd ist, welches erst durch die „chemische Verbindung mit Wasser saure Eigenschaften „erlangt.“ Diese letztere Voraussetzung wird denn auch aus seiner Analyse der Humusäure, verglichen gegen die chemische Zusammensetzung anderer, dem unauflöselichen milden Humus ähnlicher kohligter Substanzen, vollkommen bestätigt.

Durch alle Salze, welche eine Erde, oder das Oxyd eines schweren Metalles zur Grundlage haben, wird die Humusäure aus ihrer Auflösung in Wasser gefällt, und die Basen vereinigen sich mit ihr zu humusfauren Salzen, die wegen ihrer schweren Auflöslichkeit, jenen Niederschlag veranlassen.

Wir haben bei der Humusäure übrigens vier Zustände zu unterscheiden; nämlich a) den frischen breiartigen oder concentrirten; b) die gesättigte und c) die überschüssige oder verdünnte — wässrige Auflösung derselben; und d) die trockne Humusäure, welche dem milden Humus wieder sehr nahe steht. — Daß dieselbe einen vom Pflanzen-Organismus sehr leicht assimiliert

werdenden Nahrungstoff abgiebt, erhelet daraus, daß in verdünnten wässerigen Auflösungen der Humussäure, die man in Gläsern dem Sonnenlichte aussetzt, schon nach einigen Tagen fadenförmige Gewächse (Confervenfäden) ohne Weiteres entstehen. Dieß ist der Fall jedoch keineswegs in concentrirten Auflösungen derselben, welche außerdem auch für die mit den Wurzeln eingetauchten Pflanzen nicht günstig wirken. Hieraus möchte einerseits der wesentliche vermittelnde Einfluß des Wassers, — andernseits aber die Mitwirkung des Erdreichs auf die Verdauungsfähigkeit der Pflanzenwurzeln, — deutlich genug hervorgehen; indem die Humussäure jene hemmenden Wirkungen in dem humusreichsten Erdgemenge entweder gar nicht, oder kaum merklich äußert.

- a) Um sich zu überzeugen, daß ein unauflöslich gewordener Humus und Humussäure bloß unter Einwirkung der Atmosphäre wieder auflöslich werden kann, braucht man ihn nur mit reinstem Quarzsande (um sonst möglichen Zersetzungen zu begegnen) stark gemengt und nachher beseuchtet an einer schattigen Stelle der Atmosphäre auszusäen. Ohne solche erdige Beimengungen erfolgt dasselbe ungleich später und unvollständiger. — Sehr merkwürdig ist aber auch hier wieder der Umstand, daß eine wiederholte Hydratisirung der bloß ausgetrockneten Humussäure durch bloße Wiederbeseuchtung nicht möglich ist, sondern daß hierzu die Mitwirkung des Sauerstoffes der Atmosphäre (welcher vom feuchten Humus aufgenommen und als Kohlensäure wieder ausgeschieden wird) unbedingt erfordert wird (Sprengel a. a. D. S. 190).

### §. 29.

Dritte Form oder halbzersefter Humus. Bleibt nämlich eine, besonders heiß bewirkte, wässrige Auflösung des Humus längere Zeit im Schatten der Atmosphäre ausgesetzt, so zieht sie aus dieser Sauerstoff an und stößt in demselben Maße Kohlensäure aus, worauf eine

braune unauflösliche Substanz in sehr unmerklicher Menge zu Boden fällt \*). Dasselbe geschieht, wo Auflösungen von humusfauren Salzen der Atmosphäre frei stehen und sich zersetzen. Diese Niederschläge (— etwa weil sie unter Drydationen des Humus erfolgen? —) hat man sich von der Thärischen Schule her gewöhnt einen „oxydirten Humus“ oder oxydirten Extractivstoff“ zu nennen; obschon in derselben ein höherer Drydationsgrad wirklich niemals nachgewiesen worden ist, oder sich darin erkennen läßt. Mit größerer Wahrscheinlichkeit dagegen deuten jene (leider noch zu wenig genau untersuchten!) Niederschläge auf eine theilweise Zersetzung der Humus-säure hin, wobei die aus dem zeretzten Theile neu wieder hervorgegangenen, oder im andern Falle — auch die darin schon früher mit aufgelöst gewesenen Erden- und Metall-Antheile, — nur mit einem Reste des Humus noch verbunden, freier hervortreten und folglich, — wenn diese Zersetzungen und Niederschläge öfter hintereinander sich wiederholen, und austrocknen, — (wozu beim Waldhumus täglich Gelegenheit ist) nunmehr bloß noch den kohlig-erdigen Körper liefern, welchen man längst unter dem Namen „Stauberde“ kannte und auführte; den Sprengel dagegen nur als kohlenartigen, todten unauflöslichen, oder auch oxydirten (S. 161 — 167 und 188 a. a. D.) bezeichnet, ohne ihn als Besonderes von den übrigen Formen schärfer zu definiren und zu beschreiben.

Jene Unterstellung hinsichtlich der Entstehung und Beschaffenheit des sogenannten oxydirten Humus ist noch um so wahrscheinlicher, als immer Erden damit sehr innig

---

\*) Sprengel giebt nicht diesen, sondern bloß den nachfolgenden Niederschlag aus dergleichen Auflösungen zu.

verbunden sind, besonders Kiesel-erde für den Fall, als er aus reinem von Kalk- und Lasterde freien Humus oder Humus-säure abstammt, obschon die Kiesel-erde in Humus-säure einer chemischen Auflösung und Verbindung nicht fähig ist; außerdem aber auch deshalb, weil jener Niederschlag bei der trocknen Destillation keine feste Kohle mehr liefert (Sprengel S. 163, 164 und 168), sondern neben den Erderückständen ic. größtentheils Kohlensäures Gas, Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas giebt. Daß dieser halbzersehte Humus übrigens, so weit er noch kohlig ist, dessenungeachtet noch einiger Auflösung in Kohlensäuren Alkalien fähig bleibt, beweist die tägliche Erfahrung und auch Sprengel führt dieß an oben bezeichneter Stelle an; folglich kann sich seine Zusammensetzung oder chemische Mischung an sich nicht wesentlich gegen früher verändert, sondern nur seine Masse durch Zersetzung verloren haben, und nun mit dem Metall- und Erderückstand des verschwundenen Theiles ic. im untergeordneten Verhältnisse enger vereinigt worden seyn.

Endlich hat Wiegmann auch neulich auf den Grund von Sprengels Arbeit hin erst nachgewiesen (Kastners Archiv XVI. 1829. 28 Hest. S. 167), daß das Raseneisen oder das in den Torfmooren oberflächlich sich findende Eisensilikat, seinen Ursprung hauptsächlich nur derjenigen Eisen- und Kiesel-erde verdanke, welche aus der völligen Zersetzung des Torfes hervorgehen und sich nun hier zusammen verbinden; die aber auch in der Asche der Steinkohlen sich in ganz ungewöhnlicher, den Gehalt der Pflanzen weit übersteigenden Menge vorfinden, und hinsichtlich der häufigen gänzlichen Vertiefelungen des fossilen Holzes vermuthen lassen, daß letzteres unter gewissen Umständen vorzugsweis in Kiesel (und Eisen) sich zu zersetzen und umzuwandeln geneigt sey, wobei der ge-

wöhnliche Materialismus jedoch allerdings manches Bedenken finden wird.\*) Auch Sprengel's Darstellungen ergeben, daß der Humus in jeder Form befeuchtet an der Atmosphäre unter Abscheidung von Kohlensäure endlich sich in seine Elemente völlig auflöst und hat hierbei selbst bei der reinsten Humusäure noch einen Erderückstand eingeräumt.

- a) Mit dem hier zuletzt abgehandelten halberfesten Humus, welcher — außer seinem hervortretenden Erbegehalte, — in Folge seiner Unauflöslichkeit auch noch auf einen überhaupt zwar unerheblichen, jedoch über den Sauerstoffantheil in Ueberschlag stehenden Wasserstoffgehalt schließen läßt, steht der überwiegend wasserstoffte unauflösliche Humus der allettiefsten Torflagen, von gewissen alten Steinkohlenlagern, Anthrazit u. (von welchen Karsten annimmt, daß sie noch fortbauend in den ihre Unauflösbarkeit bewirkenden Mischungsverhältnissen fortrückten) — so weit in gewissen Beziehungen, als sie den gewöhnlichen vegetabilischen Kohlen immer ähnlicher, d. h. unauflöslicher in Alkalien und Wasser, und unzerstörbar — werden; jedoch die erstern unter einer Verminderung, die andern unter einer Vermehrung — ihres positiven Kohlenstoffgehaltes. — Besonders merkwürdig aber ist das sehr gewöhnliche Vorkommen vereinzelter wirklicher Holzkohlen in der Soole tiefer Torflagen.

---

\*) Besonders beachtenswerth ist der Umstand, daß 1) die Menge oder Größe des Aschengehalts der Steinkohlen nicht von ihrer Mächtigkeit und Durchsehtwerden von Lettenflözen abhängig ist (Karsten S. 43); 2) daß dieselbe in den verschiedenen Theilen von ein und demselben Sandstücke eben so sehr verschieden seyn kann, als dessen Beschaffenheit, d. h. an einem Ende-Holz, am andern vollkommen Kohle (Karsten S. 27 u. 44); und 3) daß ohngeachtet des sehr veränderlichen Betrages des Aschengehaltes der Steinkohlen die chemische Zusammensetzung oder die Bestandtheile dieser Aschen, ohne Rücksicht des Vorkommens der Kohlenflöze, so wenig Abweichung untereinander

## §. 30.

Gegen die Hauptbestandtheile des Bodens zeigt die Humus säure (nach Sprengel) im Besondern folgendes Verhalten bei künstlicher Behandlung, die dem allerdings auf dem Verlauf der Prozesse in der freien Natur nicht genau paßt und nicht anders, als nach Analogie — angewendet werden kann.

1) Die Humus säure bildet basische, neutrale und saure = humus saure Salze, doch unter allen Umständen vorzugsweis gern entweder die erstern, oder die letztern (S. 192). Sie verbindet sich jedoch, besonders kalt —, mit den Erden und den schweren Metallen (z. B. des Bodens) nicht leicht unmittelbar, sondern hauptsächlich erst durch Zusammenbringen von Auflösungen, einerseits des Humus in Alkalien, und andernseits der Salze von jenen Erden und Metallen, z. B. humus saure Kali = Lauge mit aufgelöstem Alaune, um durch doppelte Wahlverwandschaft humus saure Alaunerde zu erhalten.

2) Die bloß basisch = humus saure Alaunerde und Eisen sind im Wasser völlig unauflöslich; auch die von der Kalk- und Zinkerde nur in äußerst geringer Menge, verlieren dazu noch diese Auflösbarkeit in kaltem Wasser sobald sie austrocknen oder gefrieren, und erlangen dieselbe nur durch Abkochen im Wasser wieder. Sie verhalten sich hierin also wie die Humus säure selbst, wogegen ihre

---

der zeigen (Karsten S. 129), d. h. unter allen Umständen beinahe vorzugsweis aus Kiesel- und Thonerde und Eisenoryd bestehen, dagegen nur äußerst kleine Antheile von Kalk- und Zinkerde, so wie gar kein Kalk — enthalten, also alles überhaupt ziemlich umgekehrt wie bei Holzaschen.

Salzbildungen mit dem Kali, Natron und Ammonium sehr leicht auflöslich sind und bleiben. — Das äußere Ansehen dieser genannten humusfauren Salze bleibt frisch wie trocken unverändert dasselbe wie bei der Humusäure.

Anmerk. In Folge dessen würde reiner Kalkboden, — nur mit wenigem Humus versehen —, sehr viel basisch-humusfauren Kalk von wenig oder gar keiner Auflöslichkeit besitzen, besonders wo Frost und ausbührende Hitze der letztern ohnehin weiter noch entgegen wirken. Selten beträgt aber der in Alkalien auflösliche Humus eines guten Ackerlandes mehr als 1—3 Procent, oder so viel, daß nun saure-humusfaure Salzbildungen möglich sind.

3) Bei der trocknen Destillation der humusfauren Salze gehen die gewöhnlichen Stoffe über, allein die Kohlen, welche zurückbleiben, enthalten keine Erdoxyde u. mehr, sondern die Metalle selbst, z. B. Kaliumkohle, Calciumkohle. In keinem Feuer dagegen wird die Kohle der Humusäure ganz zerstört und es bleiben stets jene Erden als Dryde in der Asche zurück. —

4) Jene humusfauren Salze sind sämmtlich in ägenden (dagegen nur zum Theil in kohlenfauren) Alkalien löslich, es erfolgt also kein Niederschlag von den jenen ersten Salzen zum Grunde liegenden Erden und Metallen, wenigstens nicht allgemein, indem z. B. nur das flüssige kohlenfaure Kali und Natrum durch doppelte Verwandtschaft den humusfauren Kalk zerlegt und letztern kohlenfaurer niederschlägt. Weingeist löst diese humusfauren Salze in keinerlei Zustand und unter keinerlei Umständen auf.

5) Mineralische Säuren zerlegen jene Salze, mit Ausnahme des humusfauren Eisens, was unverändert bleibt, ganz; auch werden sie, unter Entwicklung von Kohlenäure (und Wasserstoffgas?), an der freien Atmos-



phäre zum Theil zerfällt. Sie gehen hierbei von den sauren auf neutrale, und von diesen auf basische humus-saure Salze — die Kalkerde aber in den kohlensauren Zustand — über, indem sie dabei von einer Schimmelhaut überzogen werden. —

Anm. e. z. In Folge dessen hält es schwer sich zu erklären, wie die humus-sauren Salze sich überhaupt, besonders aber in solchem Boden lange erhalten, wo mit Säuren gebüngt wird oder wo der faulende Pflanzenstoff diese entwickelt.

6) Die humus-sauren Salze nehmen Feuchtigkeit aus der Luft auf ohne zu zerfließen. Im Kreise der Voltaischen Säule lagert sich die Humus-säure um den positiven, die Basis aber, wenn sie in Wasser unauflöslich ist, um den negativen Pol an. Beim Gefrieren dieser salzigen Auflösungen im Wasser scheiden die Kalk- und Kalkerde in Form eines weißen kohlensauren Pulvers sich aus, und auch die Humus-säure fällt nun unauflöslich zu Boden.

7) Es lassen sich in Wasser alle neutralen humus-sauren Salze zusammen auflöslich erhalten, ohne daß eines das andere zerfällt, oder vielmehr irgend ein Niederschlag erfolgt.

8) Mit der Kiesel-erde geht der Humus keinerlei Verbindungen ein, nicht einmal in ihrem frischesten freiesten Zustande; denn wenn man einer wässerigen Kieselkali-Auflösung Humus-säure zusetzt, hält diese — nun an jenes Kali übergehend, — sich schwimmend, während die Kiesel-erde gallertartig niederfällt. Um so mehr fällt es auf, daß ein von Kiesel-erde so leicht vollständig zu reinigender Humus bei seiner endlichen Verwesung oder völligen Einäschung immer wieder viele Kiesel-erde als Rückstand liefert. Die wässerige Auflösung der Humus-säure besitzt noch die merkwürdige Eigenschaft, die Kalk- und Kalksilicate, unter

Salzbildungen mit dem Kali, Natron und Ammonium sehr leicht auflöslich sind und bleiben. — Das äußere Ansehen dieser genannten humusfauren Salze bleibt frisch wie trocken unverändert dasselbe wie bei der Humussäure.

Anmerk. In Folge dessen würde reiner Kalkboden, — nur mit wenigem Humus versehen —, sehr viel basisch-humusfauren Kalk von wenig oder gar keiner Auflöslichkeit besitzen, besonders wo Frost und ausbürrende Hitze der letztern ohnehin weiter noch entgegen wirken. Selten beträgt aber der in Aftalien auflösliche Humus eines guten Ackerlandes mehr als 1—3 Procent, oder so viel, daß nun saure-humusfaure Salzbildungen möglich sind.

3) Bei der trocknen Destillation der humusfauren Salze gehen die gewöhnlichen Stoffe über, allein die Kohlen, welche zurückbleiben, enthalten keine Erdsorbe etc. mehr, sondern die Metalle selbst, z. B. Kaliumkohle, Kalciumkohle. In keinem Feuer dagegen wird die Kohle der Humusäure ganz zerstört und es bleiben stets jene Erden als Dryde in der Asche zurück. —

4) Jene humusfauren Salze sind sämmtlich in ätzenden (dagegen nur zum Theil in kohlensauren) Alkalien löslich, es erfolgt also kein Niederschlag von den jenen ersten Salzen zum Grunde liegenden Erden und Metallen, wenigstens nicht allgemein, indem z. B. nur das flüssige kohlensaure Kali und Natrum durch doppelte Verwandtschaft den humusfauren Kalk zerlegt und letztern kohlensauer niederschlägt. Weingeist löst diese humusfauren Salze in keinerlei Zustand und unter keinerlei Umständen auf.

5) Mineralische Säuren zerlegen jene Salze, mit Ausnahme des humusfauren Eisens, was unverändert bleibt, ganz; auch werden sie, unter Entwicklung von Kohlenensäure (und Wasserstoffgas?), an der freien Atmos-

phäre zum Theil zersezt. Sie gehen hierbei von den sauren auf neutrale, und von diesen auf basische humus-saure Salze — die Kalkerde aber in den kohlensauren Zustand — über, indem sie dabei von einer Schimmelhaut überzogen werden. —

Anmerkung. In Folge dessen hält es schwer sich zu erklären, wie die humus-sauren Salze sich überhaupt, besonders aber in solchem Boden lange erhalten, wo mit Säuren gedüngt wird oder wo der faulende Pflanzenstoff diese entwickelt.

6) Die humus-sauren Salze nehmen Feuchtigkeit aus der Luft auf ohne zu zerfließen. Im Kreise der Voltaischen Säule lagert sich die Humus-säure um den positiven, die Basis aber, wenn sie in Wasser unauflöslich ist, um den negativen Pol an. Beim Gefrieren dieser salzigen Auflösungen im Wasser scheiden die Kalt- und Kalkerde in Form eines weißen kohlensauren Pulvers sich aus, und auch die Humus-säure fällt nun unauflöslich zu Boden.

7) Es lassen sich in Wasser alle neutralen humus-sauren Salze zusammen auflöslich erhalten, ohne daß eines das andere zersezt, oder vielmehr irgend ein Niederschlag erfolgt.

8) Mit der Kiesel-erde geht der Humus keinerlei Verbindungen ein, nicht einmal in ihrem frischesten freiesten Zustande; denn wenn man einer wässerigen Kieselkali-Auflösung Humus-säure zusezt, hält diese — nun an jenes Kali übergehend, — sich schwimmend, während die Kiesel-erde gallertartig niederfällt. Um so mehr fällt es auf, daß ein von Kiesel-erde so leicht vollständig zu reinigender Humus bei seiner endlichen Verwesung oder völligen Einäschung immer wieder viele Kiesel-erde als Rückstand liefert. Die wässerige Auflösung der Humus-säure besitzt noch die werthwürdige Eigenschaft, die Kalt- und Kalkflüßigkeit, unter

künstlicher Wärme-Mithülfe wenigstens, theilweis zu setzen, indem sich unter Behandlung beider nun humus-saure Kalk- und Kalkerde in der Flüssigkeit aufgelöst zeigt.

9) Mit der künstlich frisch gefällten feuchten Alaunerde geht die Humus-säure zwar chemische Verbindungen ein (oben Nro. 1), aber auf die Thonsilikate zeigt sie in künstlichen Apparraten keinerlei Wirkung. Ganz anders muß sich dieß im Prozesse der freien Natur verhalten, da im Boden keine reine Alaunerde oder ihrer Salze vorkommt und wir dennoch daselbst den gemeinen Thon (Thonsilikat) in einer sehr engen Verbindung mit Humus, und dadurch zuweilen ganz schwarz gefärbt — finden, ihn auch oft kaum durch Abkochen mit Alkalien daraus zu entfernen im Stande sind. Vielleicht sind also die Thonsilikate im Boden einer ähnlichen theilweisen Zerlegung fähig, wie oben von den Kalk- und Kalksilikaten unter künstlicher Behandlung nachgewiesen wurde; — vielleicht ist dies beim Verwitterungsprozesse der Fall. Außerdem bedarf (nach Sprengel) ein Theil humus-saure Thonerde 4200 Theile Wasser zur Auflösung.

10) Mit der kohlensauen Kalkerde verbindet sich die im Wasser aufgelöste Humus-säure nur in der Wärme (bei welchem Grade?), wobei die Kohlensäure entweicht. Bei 80° R. getrocknet besteht dieses Salz aus dem Neutralisationspunkte aus nur 7,40 Kalkerde und 92,6 Humus-säure. Es löst sich nur in 2000fachem Gewicht von kaltem Wasser auf. In dieser wässerigen Auflösung der humus-sauren Kalkerde bilden am Lichte sich Conserven. Verdunstet man dieselben aber unter Luftzutritt bei gelinder Wärme, so entsteht kohlensaurer Kalk und zugleich saure-humus-saurer Kalk. Dasselbe geschieht wenn jene Auflösung der Einwirkung der freien Atmosphäre ausgesetzt bleibt, doch bildet sich alsdann zugleich basisch-hu-

humusaurer Kalk und (— unter Ausscheidung von Kohlensäure —) endlich kohlensaure Kalkerde; unter Zusatz von kohlensaurem Kali aber fällt kleeaurer Kalk zu Boden und humussaures Kali erhält sich aufgelöst. Hydratistische Alaunerde und hydratisches Eisenoryd bewirken in der Wasserauflösung der humusfauren Kalkerde einen vollständigen Niederschlag, besonders unter Mitteinfluß der Wärme; und es scheinen nun Doppelsalze sich zu bilden.

Anmerk. Bei der schweren Auflösbarkeit und leichten Zerseßbarkeit dieser Salze ist ihre günstige Wirkung in einem mäßig warmen und spärlich befeuchteten Erdreiche schwer zu versinnlichen.

11) Mit der Talkerde verbindet sich die Humusäure in ziemlich gleicher Weise, wie mit der Kalkerde, nur ist die humusfaure Talkerde weit auflöslicher, nämlich im neutralen Zustand schon in  $\frac{1}{360}$  Theilen kaltem und  $\frac{1}{120}$  Theilen warmem Wasser, und besteht getrocknet aus etwa 90,50 Humusäure und 8,50 Talkerde. Diese viel leichtere Auflöslichkeit charakterisirt diese Gattung von humusfauren Salzen von allen übrigen hier aufgeführten ganz besonders. In der wässerigen humusfauren Talkauflösung bilden sich ebenso wie in der Kalkerde im Lichte leicht Conserven, aber in den verdünnten Lösungen weit schneller, als in den concentrirten.

Bringt man Kalk- und Alaunerde, oder Eisenoryd in Berührung mit flüssiger humusfaurer Talkerde, so erfolgt ein Niederschlag aus Kalkerde oder Alaunerde, Talkerde und Humusäure, oder aus Eisenoryd, Talkerde und Humusäure, — bestehend. Im übrigen hält sie ziemlich dasselbe Verhalten der Kalkerde ein.

12) Daß aus andern Zusammensetzungen frisch ausgeschiedene freie Eisen-Oxyd und Oxydul verbindet sich

mit der Humusssäure, im ersten Falle zu einem unlöslichen, im andern zu einem auflöslichen Salze. — Das letztere bildet sich sehr leicht, wenn man blankes Eisen (unter Zutritt der Atmosphäre) in humussaures Wasser einsteckt, das erstere aber nur auf dem Wege einer doppelten Wahlverwandschaft z. B. zwischen Auflösungen des humusfauren Kali und schwefelsauren Eisens; wogegen humussaures Ammonium, auf essigsaures Eisen ohne Wirkung ist. Ebenso verbindet sich die Humusssäure nicht mit schwefelsaurem Eisenorydul, und mit salzsaurem Eisenoryd nur in der Wärme.

Das humussaure Eisen besteht aus 85,00 Humusssäure und 15,00 Eisenoryd. Im Wasser gelöst (b. h. saures humussaures Eisenorydul) zerfällt sich an der Atmosphäre nach einiger Zeit ein Theil der Humusssäure, und es bildet sich anfangs bloß basisch-humussaures Eisen u. — Trocknes humussaures Eisenoryd in Kaltwasser gebracht, bewirkt unter Luftabschluß keine Zersetzung und Niederschlag von kohlensaurer Kalkerde, wohl aber unter Wirkung der Luft (wie Sprengel am Schluß auf S. 215 zugeseht).

Das humussaure Eisenoryd wird von kohlensauren und ägenden Alkalien vollständig aufgelöst. Blutlaugensalz wirkt auf das in Wasser aufgelöste humussaure Eisen nicht eher, als bis etwas Salz- oder Salpetersäure zugesetzt worden ist. Ebenso bewirkt das rothe Blutlaugensalz anfangs keine Veränderung, es entsteht aber nach längerer Zeit ein blaulich grüner Niederschlag, sobald zugleich etwas Salzsäure zugesetzt worden ist. Hieraus glaubt Sprengel beinahe folgern zu können, daß die Humusssäure vielleicht im Stande sey, das Eisenperoryd in Eisensperoryd zu verwandeln. — Gallussäure und

**Gerbefäure** reagiren auf das in Wasser gelöste humus-saure Eisen nicht.

Bringt man in kohlensaurem Wasser gelöstes kohlensaures Eisenorydul mit flüssiger Humus-säure zusammen, so erfolgt nicht eher ein Niederschlag, als bis das Drydul in Dryd sich verwandelt hat. — Auf der Oberfläche solcher Flüssigkeiten bildet sich zuerst eine metallisch glänzende Haut, welche später zu Boden sinkt und durch eine neue ersetzt wird. Diese Erscheinung ist sehr häufig in Wassern, über sumpfigen, humosen und eisenhaltigen Boden.

Im offenen Feuer verwandelt sich das humus-saure Eisenoryd zuerst in Eisenorydul und folgt alsdann dem Magnete schon. Bei fortgesetztem Glühen entsteht metallisches Eisen. Bei trockner Destillation bleibt eine dem Graphite ähnliche Eisenkohle zurück, und diese nun in offenem Feuer behandelt geht in Drydul und metallisches Eisen über.

13) Mit dem Mangan läßt die Humus-säure in gleicher Weise wie das Eisen sich in Verbindung bringen. Humus-saures Wasser bildet, mit dem schwarzen Mangan in Berührung gebracht — humus-saures Manganorydul, was beiläufig aus 86,8 Humus-säure und 13,2 Manganorydul zu bestehen scheint, und sich in etwa 1400 bis 1450 Theilen Wasser bei gewöhnlicher Temperatur auflöst. Dieses Salz löst sich in Ammonit leicht, dagegen nicht wie die übrigen in kohlensaurem und ähenben Kali auf.

---

Durchgeht man dieses Verhalten der Humus-säure und ihrer Salze beim künstlich chemischen Prozesse, so kann man sich die Schwierigkeiten nicht verhehlen, welche theilweis wenigstens ihrer günstigen Wirkung auf die Sundeshagen's Bodenkunde.

Vegetation alsdann entgegen stehen müssen, wenn der electrochemische Einfluß des befeuchteten Erdreichs (Acterkrume und Dammerde) und der Wurzel dieselbe nicht zu Gunsten der Pflanzenernährung zu modificiren im Stande wäre. Denn im Boden selbst widersteht der Pflanzenstoff nicht lange der vollständigen Zersetzung; es findet sich daher hier wenig unvollkommener und gar kein abstringirender u. Humus, auch kein durch Trockenheit (Ausdörren) und verschiedene andere Einflüsse bewirkter schwer und ganz unauslöslicher Niederschlag von Humusäure und ihren Salzen; — oder wenn dergleichen hin und wieder z. B. durch große Dürre und Frost erfolgt, so dauert ein solcher chemischer Zustand nicht länger, als bis der gewöhnliche Bodenzustand wieder zurückkehrt. Deshalb zeigt sich der Heidehumus, die Stauerde u. auch nur solange, als sie bloß die Bodenoberfläche bedecken, entweder indifferent, oder schädlich, oder nur wenig förderlich für die Vegetation, dagegen wirken dieselben Substanzen größtentheils sogleich wieder günstig, wenn sie in mäßige Tiefe unter die Oberfläche des Bodens gebracht werden.

Die ganze Theorie über die Entstehung und Wirkung des Humus würde sich also ganz kurz auf zwei Hauptzustände oder Hauptverhältnisse zurück bringen lassen; wovon der eine derjenige ist, welcher der Umbildung aller organischen Substanzen in vollkommenen und in auflösliehen Humus, folglich der vollständigsten Wirkung des letztern auf die Vegetation, entgegen ist, wie z. B. bald die unvollständige Berührung desselben mit der Atmosphäre (tiefe abgeschlossene Lagen), bald der umgekehrte Fall, verbunden mit einer öftern Austrocknung, Frostwirkung u. s. w. Der entgegengesetzte zweite Hauptzustand aber würde derjenige seyn, wo der organische Stoff unter einer Vermengung und mäßigen Bedeckung



mit feuchtem Erdbreiche, besonders wenn dieses Alkalien und alkalische Erden enthält, — in Humus umgewandelt — und auch letzterer hier fortdauernd bis zu seiner endlichen völligen Zersetzung erhalten — wird; folglich nun am vollständigsten und günstigsten auf die Vegetation zu wirken im Stande ist. — Wenigstens für die praktische Anwendung wird dieser zusammengefaßte Begriff immerhin einen besondern um so höhern Werth erlangen, je mehr die Theorie über jenen Gegenstand sich erweitert, — Die letztere überhaupt aber in einer wissenschaftlichen Bearbeitung der Bodenkunde auf so wenig zu beschränken; schien dennoch der Stand der Zeit nicht gerade zu erlauben.

## §. 31.

Das Wasser besitzt unter den Bestandtheilen des Bodens mit die höchste Bedeutung, und zwar einmal: durch seine enge chemische Verbindung mit letztern, d. h. in den Hydraten des Bodens; zum andern: durch die, diesen Hydraten nunmehr meist eigenthümliche Fähigkeit, weiterhin noch entweder in gewissen Mengen von Wasser zu erweichen oder dasselbe mechanisch bis zu bestimmten Graden festzuhalten; oder drittens aber: sich in demselben mit und ohne Hülfe der Kohlensäure u. aufzulösen zu können.

Zur Hydrate-Bildung sind, — fast nur mit Ausnahme der Kiesel-erde (Kieselguhr), — alle jene Bestandtheile geschikt, vor allen jedoch die Thon- und Talkerde, welche beide zugleich eine erhebliche mechanische Wasseraufnahme-Fähigkeit und feinste Zertheilung im Wasser (ohne in diesem bis dahin wirklich sich aufzulösen,) hierdurch erlangen. — Wirklich auflöslich in Wasser werden ohne Weiteres bloß die Hydrate des Kaltes und des Nux-

mus (Humusäure); unter Beihülfe der Kohlensäure aber auch die der Tallerde, des Eisens und Mangans; und deshalb finden sich diese fünf Substanzen sehr allgemein in den Gewässern des Erdreichs verbreitet und zwar oft in zufälliger Begleitung von Kali und Natron, welche sowohl Hydrate bilden, als ebenfalls im reinsten (äthenischen) Zustande, wie auch in Verbindung mit Kohlensäure u., weit leichter noch als einer jener Bestandtheile in Wasser sich vollständig auflösen. Die Kieselerde und Thonerde, sowohl für sich, als in ihrer wechselseitigen Verbindung zum Thon (Thonsilikat), — kommen nur äußerst selten in jenen Gewässern auflöslich vor, indem sie hierzu die Mitwirkung theils merklicher Antheile von Alkalien (oder Kalk?), theils von Schwefelsäure (und Flußsäure) bedürfen; und obschon letztere, so wie die Salzsäure, neben der Kohlensäure auch am allgemeinsten in den Gebirgs- geseinen und Bodenarten verbreitet sind, so werden sie doch fast nur von den erst aufgeführten — ihnen näher verwandten Erden, Metallen und Alkalien aufgenommen, folglich der Wirkung auf die Thonerde u. entzogen.

Jene neun bis zehn Substanzen, nämlich Kalk- und Tallerde, Eisen- und Mangan-Dryde, Kali und Natron, so wie Kohlensäure, Schwefel- und Salzsäure, zum Theil auch etwas wenigtes Humus oder organischer Stoff, machen in Folge jener Eigenschaften — in dem mannigfachsten Verhältniß zusammen verbunden — ebenso die vorherrschenden, fast ausschließlichen — Bestandtheile der Mineralwasser aus, als aus denselben und der Kies- und Thonerde auch die Massen aller Felsarten zusammengesetzt sind, und davon wieder die Hauptbestandtheile des Bodens abstammen. Aber selbst in allen übrigen, sogenannten süßen Gewässern findet man noch bald mehr, bald weniger von jenen Substanzen aufgelöst; denn

kein Wasser in der Natur ist völlig rein, selbst das noch am reinsten sich verhaltende Mettormwasser nicht, da es nach neuern Untersuchungen (Brandes in Poggend. Jahrb. d. Ch. u. Ph. XVIII. p. 153) etwa zwischen 0,0000008 und 0,0000065 (d. h. zwischen 8 bis 65 Decilliontheilen) Gewichtstheile feste fremdartige Substanzen enthält, und zwar Harzstoff, Pyrrhin (eine mit mineralisch-vegetabilischer Materie verwandte Substanz), Muscus, Bittersalz, Chlormagnium, kohlensaure Kalkerde, Rochsalz (dieses macht die größere Menge) Gyps, Chlorkalium, Eisen- und Manganoryd, Ammoniaksalz etc. — im wesentlichen also dieselben, die oben aufgeführt wurden; ausnahmsweis kommt auch Salpetersäure (sich zusammensetzend aus den Bestandtheilen der Atmosphäre?) in dem unter Blitzen niederfallenden Regenwasser vor.

Ob die Atmosphäre außer jenen im Mettormwasser vorkommenden Substanzen noch andere feste Stoffe führt, und ob namentlich darunter schon die irdigen Theilchen begriffen sind, welche den jüngst (besonders von Lamouroux) als so erheblich beschriebenen Luftstaub bilden, ist noch nicht untersucht, besonders dürfte noch zu prüfen seyn, ob er wirklich vorwiegend aus Thontheilen besteht. Er scheint zunächst solche Orte, wo bedeutende Mengen Torf und Steinkohlen verbrannt werden, von solcher Beschaffenheit und in großer Menge in der Luft zu schweben und niedergeführt zu werden.

Eine besondere Eigenthümlichkeit zeigen die Mineralwasser darin noch, daß sich in denselben meist mehrere jener verschiedenen Verbindungen ganz gegen die gewöhnlichen chemischen Verwandtschaftsgesetze gleichzeitig nebeneinander — wenigstens so lange — zu erhalten im Stande sind, als diese Auflösungen sehr verdünnt sind und bleiben, d. h. sobald jene Bestandtheile in geringer Menge

zwischen das Wasser sich vertheilen. Doch ist hierbei zu berücksichtigen, daß die chemischen Analysen und die Bestandtheile jener Wasser zum Theil in ganz andern Verbindungen liefern, als sie ursprünglich im Wasser wohl bestanden haben.

Ebenso bemerkenswerth ist der Antheil von atmosphärischer Luft, welchen jedes gewöhnliche Wasser, wenn es der freien Atmosphäre ausgesetzt ist, bis zu  $\frac{1}{2}$  seines Volumens aufzunehmen, oder nur so mit sich zu verbinden — vermag, daß es durch Erhitzen u. wieder ausgetrieben werden kann. Es befindet sich jedoch dieser Luftantheil nicht in demselben Mischungsverhältnisse wie in der Atmosphäre (d. h. 0,79 Stickstoff mit 0,21 Sauerstoff), sondern ziemlich nahe in dem von 0,675 Stickstoff mit 0,325 Sauerstoff. (A. v. Humboldt und Gay-Lussac in Gilb. Annal. d. Phys. XX. S. 133.)

Dieser Luftantheil beträgt in Eiswasser nur halb so viel ( $\frac{1}{2}$  Vol.) als bei gewöhnlicher Temperatur, auch ist er in allen, mit Erdtheilen, Kohlensäure u. versetzten Brunnen- und Mineralwasser viel geringer; und die an Substanzen jener Gattung allerreichsten unter den letztern nehmen gar keine atmosphärische Luft mehr auf (wie das todtte Meer). Am meisten beträgt jener Luftantheil im frisch gefallenen Regenwasser. — Kohlensäure findet sich in jenen Gewässern nur frisch nach dem Entquellen aus der Erde und in Brunnen, und daher wird der Kohlensäure-Führung des Wassers oft mehr Einfluß auf die Pflanzen-Ernährung zugeschrieben, als ihr zukommt. —

Anmerk. Dieser Luftgehalt des Wassers ist bekanntlich in gleichem Maaße für den Lebensunterhalt der Fische u. (aller Kiemen-Atmer der Gewässer) bedingt, wie die den feuchten Boden eigenthümliche Lufteinsaugung für dessen Wirksamkeit auf die Ernährung der Vegetation (Physiologie S. 164) und von dieser

Seite erlangen neben den übrigen Bestandtheilen des Erdreichs Wasser und Luft eine beziehungsweise besondere Bedeutung.

Jene im Wasser auflösblichen Bodenbestandtheile werden zum Theil aus diesem auf verschiedene Weise natürlich gefällt und zwar einmal: durch Einwirkung der atmosphärischen Luft und Wärme gegen solche stillstehenden und fließenden Gewässer, wobei die — eine Auflösbarkeit der Kalk- und Talkerde, so wie des Eisen- und Manganoxyds vermittelnde Kohlensäure ausgetrieben, oder auch das Kalkhydrat in normalen Kohlensauren Kalk umgewandelt wird, und dieser alsdann niederschlägt (Luffbildung etc.); zum andern aber verlieren dieselben Substanzen auch sowohl durch Gefrieren, als durch Verdunsten des Wassers und durch ihr starkes Eintrocknen — ihre Auflösbarkeit.

Aber auch die Wasseraufnahme oder Erweichungsfähigkeit, und vielleicht sogar die chemische Verbindung der meisten jener Bodenbestandtheile mit Wasser, werden — wenn das vollständig hydratisirte Erdreich befeuchtet, längere Zeit der freien Atmosphäre ausgesetzt bleibt und endlich getrocknet wird, — theils geschwächt, theilweis aber aufgehoben, und zwar durch das offenbare Bestreben einerseits der atmosphärischen Luft sich mit dem feuchten Erdreich zu verbinden und nun das mechanisch und chemisch aufgenommene Wasser zu vertreiben; andernseits aber in Folge derselben Neigung des Wassers, um jene Hydrate und Erweichungsfähigkeit unter entgegengesetzten Umständen, d. h. fast oder mehr abgeschlossen von der Atmosphäre in der feuchten Tiefe des Bodens, wieder herzustellen.

Die Luft nämlich, welche von dem befeuchteten hydratisirten Erdreiche sehr begierig in viel größerer Menge als vom Wasser aus der Atmosphäre aufgenommen wird,

hat sich — wenn die Ansäugung in abgeschlossenen Gläsern geschah, vorzugsweis als Sauerstoff nachgewiesen und namentlich wird (nach Saussure) die Ansäugung von diesem durch die zugleich oder vorher aufgesogenen Antheile von Stickstoff und Kohlensäure sehr begünstigt. Die ganze Menge der aufgenommenen Luft beträgt (bei gewöhnlicher Temperatur und Luftdruck) von ein halb bis zum Einfachen, ja sogar bis zum Sieben- bis Zehnfachen des Volumens der Substanzen und wird durch seine Zerkleinerung oder Pulverung der Erden sehr vermehrt. Diese Luft wird von keinem jener Bodenbestandtheile vollkommen, also in seine Verbindung wirklich chemisch — aufgenommen, sondern nur auf dessen Oberfläche ebenso in gewissem Grade festgehalten, als es bei den künstlichen Überoxyden der Kalk- und Strontian- und Schwererde der Fall ist, und deshalb kann jener Luftantheil auch gerade so, wie bei letztern der Überschuss an Sauerstoff, durch mechanische Mittel (Erwärmen, Gefrieren u.) wieder ausgetrieben werden.

Trocknen demnach solche lange an der Atmosphäre befeuchtet einer Luftansäugung ausgesetzt gebliebenen hydratisirten Bodenbestandtheile langsam aus, so entweicht einmal: bloß das vorher mechanisch zur Aufweichung oder Befeuchtung eingenommene Wasser, während jene Luftantheile größtentheils festgehalten zu werden scheinen; und zum andern: bewirkt nunmehr die, nach dem Entweichen jenes mechanischen Wassergehaltes möglich gewordene viel engere Berührung und Vereinigung der Massentheilechen, in jenen Substanzen denjenigen innigern Zusammenhalt oder höhern Grad von Cohäsion, welchen alle einmal erst getrockneten Niederschläge allgemein wahrnehmen lassen, und der fast durchaus eine; für weiterhin in verschiedenem Maße verminderte Erweichbarkeit und Auflöslichkeit in Wasser und Säuren zur Folge hat.

Man hat dieses Verhalten länger schon mit dem Namen Antiperistasis bezeichnet (Ruhland, System d. allg. Chemie. S. 216 u.). — Ubrigens nimmt dasselbe bei manchen Substanzen stufenweis noch mehr zu, wenn dieselben an der freien Atmosphäre einer wiederholten Befenchung, nochmaligen (schwächern?) Luftansaugung und Wiederauströcknung unterworfen bleiben und namentlich scheint alsdann — in Folge einer bis zur höchsten Sättigung und Stillstand gediehenen Luftaufnahme das Humushydrat (vielleicht auch andere?) sogar hinsichtlich seiner chemischen Wasserverbindung eine Veränderung zu erleiden, und sie verlieren sämmtlich in gleichem Maaße an Wirksamkeit auf die Vegetation, als jene Erweichungs- und Säuerungsfähigkeit aus der Luft durch Sättigung abnimmt.

Bringt man verglichen mit Luft übersättigte (oder gewissermaßen überoxydirte) Hydrate wieder in einige mäßige Tiefe unter die Oberfläche des feuchten Bodens, so verlieren sie die letztere, der Vegetation merklich hinderliche Eigenschaft oder Übersättigung und ihre engere Verbindung mit Luft wieder, gewinnen dagegen wieder an Erweichungsfähigkeit, Auslösbarkeit und Luftansaugungseigung und folglich an Fruchtbarkeit sehr merklich, so daß hierauf der günstige Einfluß und die Nothwendigkeit eines öftern Wendens der Ackerkrume bei der Bodenkultur hauptsächlich zu beruhen scheint, wogegen aber eine Versetzung des Erdbreichs in bedeutende Tiefen unter die Oberfläche ihm die günstigern Eigenschaften in anderer Weise wieder raubt.

Werkwürdig bleibt es, daß in den Mineralwässern selten einmal die sonst noch leichter auslöslichen sogenannten alkalischen Erden, wie Strontian und Schwererde, so wie außer Eisen und Mangan, nur höchst selten Kupfer

und gar keine andere Metalle gefunden werden. übrigenß bezeichnet man auch die Wasser nach ihrem hervorstechendern Gehalte an Erden, Säuren ic., so z. B. nennt man, im Gegensatze der reinsten süßen und weichen Wasser, — alle Wasser „hart“ welche hauptsächlich Kalkerde und Gyps aufgelöst führen, obschon auch erstere und die Metzwasser nie abßolut rein sind; ferner: „Kalkwasser“ wenn ansehnliche Mengen Kalk darin aufgelöst sind u. s. w. Ebenso: Kieselwasser, Sauerwasser (Säuerling), Eisenwasser, Salinisches Wasser, Natriumwasser, Kochsalzwasser (Salzsoole), Bitterwasser, Salpeterwasser, Boraxwasser, Alaunwasser, Bitriolwasser, Kupferwasser; Schwefelwasser ic. ic. (Vergl. Hausmann Mineralogie). Am merkwürdigsten darunter ist das Kieselwasser aus den heißen vulkanischen Quellen in Island und Kamtschatka, indem es weit mehr Kieselerde enthält, als in dem vorhandenen, schon mit Säuren verbundenen (Salz- und Schwefelsäure) Natrium auflöslich zu machen und zu erhalten ist.

- a) Daß alle auf nassem Wege erfolgenden erdigen und metallischen chemischen Niederschläge durch vollkommenes und starkes Austrocknen an leichter Auflösbarkeit verlieren, gehört unter die ganz allgemeine Erfahrungen in der Chemie; daß aber viele solcher gebörrten Niederschläge — in nicht zu kleinen Massen wieder befeuchtet im Schatten der Atmosphäre ausgesetzt, — jene leichtere Auflöslichkeit, Erweichbarkeit und Formbarkeit wieder erlangen und unter ununterbrochener Wechselwirkung mit der Atmosphäre — so weit sie dazu überhaupt fähig sind — sich vollständiger hydratisiren, bestätigte sich sogar durch den Erfolg technischer Vorkehrungen im Großen, z. B. durch die reichlichere Laugengewinnung aus einem in jener Weise behandelten gewöhnlichen Aescherig; so wie ferner bei der Zurichtung der Porzellanmassen, des Meerschäumabfalles zu Pfefsenköpfen (Jahrb. d. polyt. Inst. 3. Wien I. 1819. S. 217 — 261; auch



Leonhard Naturgeschichte des Mineralreichs 2c. 18. B. S. 142; — auch Böttger, Poppe und And.). Ein vorheriges Abkochen in Wasser erleichtert obige Behandlung; ein Gefrieren der Masse dagegen, wirkt jenem Erfolge entgegen. — Von sehr wesentlicher Bedeutung für die Hydratebildungen in der freien Natur unter Abschluß der äußern Luft ist das Vorkommen von gallertartiger Kiesel-erde, Kalk-erde und Schwere-erde, welche an der Atmosphäre äußerst schnell austrocknen und erhärten. Man vergl. Kastner Archiv XVII. 2. S. 1.

- b) Bischoff fand bei der Bereitung von reiner Kohle, nachdem dieselbe unter der Luftpumpe möglichst ausgetrocknet worden war, sobald einen schnellen, nochmaligen Verbunstungsverlust, als dieselbe mit der freien Luft in Berührung kam (Schweigger Jour. Jahrg. 1824). Kuhlmann gelang es, durch Absperrung von Kaltwasser durch Quecksilber und mit möglich reinem Sauerstoffgas in Berührung, binnen etlichen Tagen den Kalk vollständig zu fällen. Reine atmosphärische Luft wirkte ebenso, aber schwächer (Schweigger Jena 1818 XX. S. 463). Etwas dem Ähnliches von kohlensaurer Kalkauflösung theilt Grotthuis in demselben Bande S. 275 mit. —
- c) Fast ganz reine Quellwasser kennt der Verfasser vier an ziemlich entfernten Stellen; und zwar drei aus Basalt und eine aus Klingstein entspringend. Die eine bereits aus Schneider's Rhöngebirg, Gifurt 1816. S. 55 und eine andere durch Kastner, Archiv XVI. S. 4 bekannt. Einiges über gewöhnliche Beimischungen im Wasser Chaptal Agrik. Chemie 2c. deutsch 1824. S. 351 und 326. — Ueber das Wasser des todt'en Meeres Gmelin in der naturwiss. Abhandl. aus Württemberg. I. S. 337. Ein größter Theil der gewöhnlichsten Beimischungen im Wasser sind durch sehr einfache Reagenzien zu entdecken, und werden durch Verdünsten des Meerwassers, durch Verflüchtigungen bei der Fällniß, durch Hüttenrauch, durch gewöhnliche Schötte, Luftstaub 2c. in die Atmosphäre übergeführt und mit dem Meteorwasser aus diesen wieder herunter gebracht. Mehr über diesen Luftstaub: „Lamouraux phys. Geographie 2c. deutsch, solcher übers. Stuttgart. S. 32.

Viele von solchen Beimischungen finden die Quallaasser auf ihrem Laufe durch die Gebirgsmassen aufzunehmen Gelegenheit. (Struve oben Seite 27 in der Note), obschon nicht alle ihre Mineralantheile und nicht allgemein diese Abstammung besitzen mögen. — Ueber das über Sumpfwassern schwimmende Fetthäutchen, vergl. oben S. 96.

## b) Nebenbestandtheile des Bodens.

### §. 32.

Die zufälligen Nebenbestandtheile des Bodens, d. h. seine ungewöhnlichen und unwesentlicheren Beimengungen, so weit dieselben zuweilen auch im Großen wirksam werden, sind schon Eingangß (§. 5, S. 14) in acht Abtheilungen namentlich aufgeführt worden und kommen hier also nun näher in Betracht.

1) Zunächst sind unter den, dem Boden zufällig untergemengten erdigen Substanzen, hauptsächlich gewisse seltne und kleine Antheile von Schwererde und Strontianerde zu erwähnen. Erstere gelangt dahin durch Verwitterung des Schwerspathes, den verschiedene Gebirgsarten, — zuweilen sogar Sandsteine, in Gangmassen und als Bekleidung auf Klüften führen. Ebenso schließen zuweilen Kalkgesteine (z. B. die Rauchwerke) ziemlich vielen Schwerspath ein; oder jene Erdantheile erfolgen auch wohl durch Verwitterung des in manchen Trappgesteinen eingesprengten Baryt-Harmoniums (Kreuzstein), so wie durch Verschwenmen des Barythaltigen Pochsandes von Hüttenwerken. Viel seltner dürfte Strontianerde durch Verwitterung von solchen Felsarten in das Erbreich gelangen, welche Strontianit, Aragonit und Zölestin führen. Den alkalischen Eigenschaften beider Erdarten gemäß, dürften sie der Talk- und Kalkerde ziemlich ähnlich auf die Vegetation wirken.

Als normalen Bestandtheil der Pflanzensachen hat man bis jetzt noch keine dieser beiden Erden bestimmt nachweisen, und sie selbst auch in solchen Pflanzen nicht wieder auffinden — können, welche (nach Schrader's Versuchen) mit Auflösungen der Schwererde absichtlich begossen worden waren. Dagegen hat man in neuester Zeit sehr kleine Antheile von beiden in einigen mit höchster Sorgfalt zerlegten Mineralwassern entdeckt.

2) Zufällige Metallantheile, — noch außer dem sehr allgemeinen Eisen- und Mangangehalte, — können im Boden solcher Stellen zuweilen vorkommen, entweder wo Erzlager zu Tage ausgehen, verwittern und durch die Lagewasser aufgelöst und mechanisch verschwemmt werden; oder auch im Boden von Thälern, deren Gewässer man zum Auswaschen der Erze auf Pochwerken verwendet. Sehr gründliche Beobachtungen über den Einfluß eines solchen, weit durch das Thalgebiet des Innersteßflusses hin verschwemmten Pochsandes, so wie des Metallantheile führenden Wassers, hat Meyer (Flußgebiet d. Innerste etc. Göttingen 1822) angestellt und ausführlich beschrieben. Es ergibt sich daraus:

a) daß nicht alle Pflanzengattungen gegen dergleichen fremdartige Einnengungen von Schwerspath, Spath-eisen, Bleiglanz, Zinkblende, schwefelsauren Zink, Schwefel-Eisen und Kupfer etc. — gleich empfindlich sind; daß also manche derselben (besonders Waldbaumarten) sich völlig gleichgültig dagegen verhalten; nur wenige andere dadurch im Wachsthum gewinnen, im Allgemeinen aber jene metallischen Substanzen einer großen Mehrzahl von Pflanzen, besonders vielen Kulturgewächsen, mehr oder weniger schädlich sind;

b) Daß ferner, diese nachtheiligen Einflüsse sich um so mehr ermäßigen und zum Theil sogar in günstige Wir-

kungen umgestalten, sobald jene fremdbartigen Substanzen zwischen einer größern Masse von Erdbreich sich vertheilen, also in kleinerer Menge auf die Pflanzenwurzeln einwirken; daß endlich

c) auch eine gewisse Frische und Kühle des Bodens ebenso jene nachtheilige Wirkungen ermäßigt, als Trockenheit und Dürre sie erhöhen. Am nachtheiligsten zeigte sich daselbst der schwefelsaure Zink, wie anderwärts das schwefelsaure Eisen und Kupfer; doch auch ersterer nur bei reichlicherem Vorhandenseyn, wogegen derselbe in die geringsten Beimengungen günstig wirkte.

Anmerk. Hierher gehören auch die Kupfer führenden Wasser und der sehr verbreitete Gehalt an Kupfergrün zc. in Erdbreiche am Kupferminen-Flusse in Amerika.

B) Der ursprüngliche, oft in reichlicher Menge vorhandene kohlige und bituminöse Gehalt der Felsarten, geht nur zum Theile in das aus der Verwitterung von jenen entstehende Erdbreich in einem Zustande über, worin er günstig auf das Pflanzenwachsthum zu wirken im Stande ist. Fast scheint dieß hauptsächlich nur bei Gesteinen der Fall zu seyn, worin die Thonerde entweder gegen die Kiesel Erde vorwiegt, oder wenigstens in erheblicherem Betrage vorkommt, und wo außerdem zugleich ein gewisser Antheil von Kalkerde, oder noch besser — von Talkerde — vorhanden ist und hinreichende Feuchtigkeit niemals mangelt. Unter allen entgegengesetzten Umständen bleibt ein großer Theil jenes Kohlengehaltes im Erdbreiche in engster Verbindung mit den Erden und besonders der Kiesel Erde und Thonsilikaten, auch selbst mit der Kalk und Talkerde, im Falle beide in größerer Menge vorhanden und nicht gehörig mit Thon gemischt sind. Dieser gebundene und nicht hydratisirbare Kohlengehalt des Bodens verhält sich nun nicht bloß indifferent für die Be-

getation, sondern er kann auf trocknen Stellen sogar dadurch nachtheilig wirken, daß er die Bindigkeit und Wasseranhaltungs-Fähigkeit des Erdreichs einerseits vermindert, und dasselbe, andernseits in Folge seiner dunklen Färbung zu stark erwärmt, also in zweifache Weise die Feuchtigkeith des Erdreichs vermindert.

Alle kohlig-bituminösen Gesteine, welche während der Verwitterung stark abbleichen (z. B. Zechsteine, Stinksteine) scheinen mehr auflösliehen, weniger gebundenen, Kohlengehalt bei ihrer Verwitterung ins Erdreich zu liefern, und es bilden sich während letzterer hin und wieder sogar salpetersaure u. Salze, zuweilen gebunden an Ammonium, und andere Alkalien, Kalk u.

Anmerk. Höchst merkwürdig ist die in Peru unter dem Namen Guano bekannte Düngerde, die hauptsächlich aus Harnsäure durch Ammonium und Kali neutralisirt, neben phosph. Kalke, salzsaurer Soda und Ammonium u. vorkommt.

4) Freie Schwefelanteile, etwa aus gewissen Kalk- und den Gypsgesteinen abstammend, enthält das Erdreich selten und alsdann wohl nur in Folge von schwefelsauren Salzen, die mit verwesenden Pflanzensubstanzen in Berührung gekommen und dadurch vollkommen zerseht worden sind. Diese Wirkung der Pflanzenstoffe ist längst bekannt; gewöhnlich verbindet sich der hierdurch frei gewordene Schwefel, im feuchten Erdreiche wenigstens, sehr bald wieder mit Kalk, Talk u. unmittelbar, oder durch abermalige Umwandlung in Schwefelsäure, wobei er zugleich zur Aufnahme noch anderer Grundlagen geschickt wird. In allen diesen Fällen wirkt ein geringer oder mäßiger Schwefelgehalt des Bodens günstig auf die Vegetation, und bekanntlich zeigt der pulverisirte und (statt Gyps) auf die Blattflächen von Klee- und Hülsenfrüchten gestreute Schwefel sogar diese günstige Wirkung.

Anmerk. Hierher gehören auch die beachtenswerthen Ausscheidungen und örtlichen Anhäufungen von Schwefel, welche Dr. Heyne im Schlamme der während des Sommers austrocknenden Seen in Ostindien fand. Kastner, Archiv XV. 3. S. 306.

5) Anthelle von Alkalien und selbst von Ammonium, können sich dem Boden auf verschiedene Weise beimengen, nämlich a) aus den Felsarten selbst, welche Alkali als Normal-Bestandtheil besitzen; b) durch Verwitterung ihres Bitumens und Salzgehaltes, und c) durch Verwesung der dem Erdreiche sich beimischenden organischen Stoffe. — Es wirken diese alkalischen Beimengungen in der mäßigen Menge, worin sie gewöhnlich vorkommen, besonders bei einem hinlänglichen Humusgehalte, alle sehr lebhaft und günstig auf die Vegetation, jedoch erhalten sie sich, wegen ihrer leichten Auflöslichkeit in Wasser, selten lange gegen Auswaschungen und Fortspülungen, und gehen schon während des Verwitterungs-Processes und noch ehe sie von den Pflanzen ganz aufgenommen werden können, verloren. Daher finden sie sich meist nur in sehr spärlicher Menge, oder aber gar nicht mehr — vor.

Anmerk. Das Ausblühen des Natrons aus der Schlamm-Grunde von austrocknenden Salzseen in Ungarn, Egypten u. ist bekannt.

6) Von freien Säuren dürften nicht wohl andere als Kohlensäure und Humusäure im Erdreich aufgefunden worden seyn. Wo erstere stellenweis zuweilen aus dem trocknen Erdreiche ausgestoßen wird (Rosetten), zerstört ihr Uebermaß und die ihr mangelnde Verbindung mit Wasser, alle Vegetation; während die freie Humusäure, wie sie in torfigen Wassern, nassen Wiesenrunden u. getroffen wird, in solcher Uebermenge wenigstens dem größten Theile der Gewächse hinderlich ist und nur wenigen Sumpfgewächsen u. zusetzt; jedoch diesen in einem

so augenscheinlich hohen Grade, daß ein Widerspruch darin liegt, die freie Humusäure für allgemein nachtheilig auf die Vegetation wirkend, anzugeben. —

7) Höchst mannigfaltig, obwohl nur selten besonders merklich, ist der Gehalt des Erdreichs an verschiedenen Salzen, wie sie zum Theil schon aus den vorhergegangenen Substanzen sich herstellen, oder aber ursprünglich dem Boden beigemischt sind. Es gehören dahin eine große Anzahl von Verbindungen, welche die Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure und Kohlensäure mit den genannten Alkalien, Erden und Metallen neben einander einzugehen im Stande sind. Unter denselben verdient besonders der oft sehr erhebliche und im Großen verbreitete Gehalt des Bodens an Kochsalz, Gyps und Salpeter (3. Th. salps. Kalk) hervorgehoben zu werden. Ersteres wird sehr oft durch salzführende Quellen, oder durch Überfluthen salziger Seewasser, in großer Menge dem Boden zugeführt; der große Gypsgehalt dagegen stammt unter solchen Umständen meist von verwitterten schwefelsauren Kalkgesteinen, der Salpeter aber erscheint als ein Produkt zwischen den Wechselwirkungen eines befeuchteten kalkhaltigen, mit verwesenden organ. Stoffen vermengten Bodens und der Atmosphäre, und erzeugt sich zwar vorzugsweis in solcher Weise in wärmern Ländern; fehlt hin und wieder jedoch auch den gemäßigten Gegenden nicht ganz. —

Anmerk. Manche Kalkgesteine bilden auf ihrer Oberfläche nach einer Befuchung und im Schatten bei hinreichender Wärme gar leicht Salpeter. Ebenso viele Bodenarten auf weite Erstreckung in heißen Klimaten, z. B. der Salpeterboden in den Niederungarn, Spanien, Ostindien etc.

8) Die zur Grundlage aller Erdbarten dienenden Feldarten sind bei Verwitterung nicht allwärts vorhanden.  
Fundesbagen's Bodenkunde.

ständig bis zu staubartigem Erdbreich aufgelöst worden, und daher kommen stets noch zwischen letzterm größere und kleinere Trümmer von jenen, obwohl in sehr abweichender Menge, vor. Man zählt diese verschiedenartigen Gesteintheilchen so lange zum Sande, als sie die Größe eines Hirsekorn's etwa nicht merklich übersteigen, und von dieser Seite kommt, neben dem schon berührten Kiesel- oder Quarzsande, auch wohl Kalksand; Glimmersand; Eisensand u. hüt und wieder vor. Alle Steinstückchen von jener Größe an bis zu der einer weissen Nuß etwa bezeichnet man durch „Kies; oder Grand und Grus“; noch größere aber, etwa bis Faustgröße, durch die Benennung „Geschiebe“ und die größten durch „Steinbrocken; Blöcke oder Felsstrumen. Alle diese, die Größe des Sandes übersteigenden Gesteinstücke sind, wie die Körner von jenem ebenfalls, entweder scharf- und unbestimmt eckig, oder aber — durch das Rollen und Reiben untereinander in Wasserfluthen u. — abgerundet.

Für die physischen Eigenschaften des Bodens sind sie keineswegs indifferent, -besonders in allen Fällen, wo sie gegen das eigentliche Erdbreich in vorwiegende Verhältnisse treten. Denn z. B. der Kies hilft, nach Maaßgabe seiner reichlichen Beimengung, den Boden auflockern; macht ihn sehr durchgänglich für alles fließend eindringende Wasser, und selbst für Luft und Wärme, also gewöhnlich sehr trocken, zudem als er den schweren, zähen thonigen Bodenarten, wo er günstig wirken würde, in hinreichender Menge gewöhnlich nicht beigemischt zu seyn pflegt. Dagegen lieben manche Pflanzenwurzeln, namentlich die meisten Alpenpflanzen, Farren und auch außerdem viele andere, die Umgebung von Kies, Geschieben und Steinbrocken sehr, und zwar entweder in Folge einer eigenthümlichen, auf ihre Verdaunung bezüglichen Reigung



(Physiologie der Pfl. S. 166), oder aber weil an der Unterfläche dieser Steinstücke die wässerige Ausdünstung des Bodens sich niederschlägt und den Wurzeln anhaltend Feuchtigkeit bietet, weshalb ihr Ablesen aus dem Ackerlande dessen Fruchtbarkeit schadet. Dagegen erschweren sie dem Landwirth die Bearbeitung des Bodens sehr in dem Verhältnisse ihrer zunehmenden Größe.

- a) Dergleichen Steinschutt und Gerölle bringen mehr Nachtheil, wenn sie in unerheblicher Tiefe den Untergrund ausmachen, als in der obersten Schicht des Bodens; auch mehr dem Ackerlande, als dem Waldboden.
- b) Auch die Pflügerarten verschlucken Steine, wahrscheinlich zur Erleichterung ihrer Verbauung.
- c) Ueber den ungünstigen Einfluß eines gänzlichen Ablesens aller Steine aus der Ackerkrume jener Bodenarten vergl. man Reicht's Land- und Gartenschaz (neue Aufl. v. Böcker) I. S. 25.

Uebrigens ist dieselbe Erfahrung ziemlich allgemein in manchen Gebirgsgegenden. —

### Dritter Abschnitt.

Von gewissen physikalischen Eigenschaften der Bodenbestandtheile insbesondere.

#### S. 33.

Unter den besondern physikalischen Eigenschaften der Bodenbestandtheile versteht man ihre Dichtigkeit und Zusammenhang und ihr Verhalten gegen das Wasser, die Luft, die Wärme, die Electricität und den Galvanismus. Demnach sind hier von jedem einzelnen Hauptbestandtheil des Bodens zu betrachten:

- a) die Eigenschwere;
- b) die Wasseraufnahme-Fähigkeit;
- c) die Austrocknungs-Fähigkeit;
- d) die Raumveränderungs-Fähigkeit;
- e) die Festigkeit und Cohäsion;
- f) die Wasseranziehungs-Fähigkeit;
- g) die Sauerstoffanziehungs-Fähigkeit;
- h) die Erwärmungs-Fähigkeit;
- i) die Wärmehaltungs-Fähigkeit; und
- k) das elektrische und galvanische Verhalten.

Man hat auf diese physikalischen Eigenschaften in neuester Zeit zum Theil einen besondern hohen Werth und Bedeutung in so weit gelegt, als man dieselben für das geeignetste Merkmal und Maaßstab der Fruchtbarkeit betrachten zu dürfen glaubte, was sich jedoch nicht als ganz folgericht erwiesen hat.

#### L i t e r a t u r.

Schübler's Versuche in den landwirthschaftlichen Blättern von Hofwyl. 58 Hest. Aarau 1817. S. 1 — 99. und von hier auch in viele andere Schriften übergetragen.

Bölker über Vervollkommung des Verfahrens bei Prüf. des Bodens auf seine physikalische Eigenschaften, in Thaer's Annal. IV. Band. 18 Stück.

Cadet de Gassicourt im Auszuge in Gilbert's Annalen d. Phys. Jahrgang 1818. 76 Stück.

Einzelnes hierüber findet sich zerstreut in mehreren Schriften, worunter sich, wegen Zusammenstellung der wichtigsten neuen Resultate, — unter andern Bürger's Lehrbuch der Landwirthschaft. 1r Theil. Wien 1819. — rühmlich auszeichnet.

§. 34<sup>r</sup>

Die Kenntniß von der Eigenschwere der verschiedenen Boden-Gattungen oder Zusammensetzungen ist für den Landwirth hinsichtlich des Zeit- und Kostenaufwandes nicht ohne Interesse, den die künstlichen Mischungen der Ländereien u. d. d. erfordern.

Diese Eigenschwere der erdigen Beständtheile des Bodens erhält man nur alsdann bestimmt oder in unveränderlicher Größe, wenn dabei dasselbe hydrostatische Verfahren angewendet wird, wie bei andern ähnlichen Körpern, d. h. wenn sie ebenfalls erst im Freien gewogen und alsdann (in geeigneten Gefäßen) unter Wasser versenkt, — also nach ihrem Gewichte im absoluten Raume bemessen — werden. Man erlangt in dieser Weise Eigenschweren für jene Erdarten, die gar nicht oder nur wenig von der abweichen, welche die denselben analogen Gesteine (z. B. die der Kalkerde ziemlich gleich der des Kalksteins) besitzen, und im Durchschnitte weicht wieder die Eigenschwere dieser unter einander nur wenig von 2,5 ab, wenn das Wasser = 1,00 gesetzt wird.

Höchst veränderlich ist dagegen ihre Eigenschwere nach dem relativen Raumverhältnisse, d. h. das Gewicht eines bestimmten Raumes (Kubikraumes) von Erde, wie sie beim gewöhnlichen Vorkommen, oder beim Einfüllen in Hohlmaße, bald mehr bald weniger dicht zusammen gedrückt, oder locker über einander gehäuft — zu seyn pflegt. Doch läßt sich im Durchschnitte ein pariser Kubikfuß Erdreich in dem Mittelzustande mäßiger Befeuchtung und Lockerung, worin gewöhnlich die Ackerkrume oder Dammerde vorzukommen pflegt, in runder Zahl auf 100 Pfund (zu 10000 holländ. Aßen) für den Gebrauch in der Praxis wohl annehmen. Das Nähere ergiebt die hier nachfolgende Übersicht.

# Eigenschwere der wichtigsten Bodenbestandtheile.

| Erde- und Steinarten                      | Eigenschwere nach dem absoluten Raume der Erden | Quellen                                      | Eigenschwere nach dem relativen Raum-Verhältnisse in trockenem Zustande und bei loockerer Auflockerung (Schübler) |
|---|---|--|---|
| Reine Kiesel-erde . . .                   | 2,66  | Kirwan                                       | —   |
| Gemeiner Quarz- und Quarzsand . . .       | 2,70  | Schübler, Briffon u.                         | 1,52  |
| Reine Thonerde . . .                      | 2,00  | Kirwan                                       | —   |
| Porzellan- und gemeiner Thon . . .        | 2,45  | Schübler, Briffon                            | 1,04  |
| Reines kohlenf. Kalkhydrat . . .          | 2,40  | Kirwan, Schübler                             | 0,74  |
| Kreide . . . . .                          | 2,25  | Karsten u.                                   | —   |
| Kalksteine versch. Art                    | 2,50  | Verschiedene                                 | —   |
| Talkhydrat (ohne Kohlensäure) . . .       | 2,13  | Leonhard Dryf-<br>tognosse S. 537<br>und 538 | —   |
| Kohlens. Talk (mit nur 0,03 Wasser) . . . | 2,84  |  | —   |
| Kohlens. Talkhydrat . . .                 | 2,23  | Schübler                                     | 0,22  |
| Eisenoxyd (schwarzes)                     | 3,47  | Schübler                                     | 2,06  |
| Humus . . . . .                           | 1,22  | Schübler                                     | 0,47  |

Die absoluten Gewichte hierbei angenommen wie folgt:

|                                  |   |   |
|----------------------------------|---|---|
| Ein pariser Kubikfuß             | } | 95,72 Pfunde nürnb. Med.-Gewicht                  |
| Wasser zwischen 4 bis 16 ° R. zu |   | (12 Unzen)<br>72,— — köln. Gewicht in runder Zahl |

|                    |   |                                  |
|--------------------|---|----------------------------------|
| Ein ditto<br>Eisen | regulinisch (Gußeisen)<br>bei 7,20 Eigenschwere | 689,14 Pfd. Medinal-             |
|                    |   | Gewicht<br>518,4 — köln. Gewicht |
|                    | schwarzes Dryd                                  | 332. — Medinal-                  |
|                    |   | Gewicht.<br>250 — köln. Gewicht  |

|   | Nürnb. Med.-<br>Gewicht.<br>Pfund. | Nürnb. Handels-<br>Gewicht<br>Pfund. |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|
| Ein pariser Kubikfuß lockerer Quarzsand trocken | 149                                | 104                                  |
| Ein ditto — Gemeiner Thon                       | 100                                | 70                                   |
| Ein ditto — Rohlf. Kalkerde                     | 72                                 | 50                                   |
| Ein ditto — Rohlf. Kalkerde                     | 21                                 | 14,7                                 |
| Ein ditto — Eisenerd                            | 208                                | 145                                  |
| Ein ditto — Humus . .                           | 46                                 | 32                                   |

Die Eigenschwere der gewöhnlichen, trocknen Garten- und Ackererde dem absoluten Raume nach zu 2,40 angenommen, wiegt ein pariser Kubikfuß solcher lockern Erde

|              |   |  |
|--------------|---|--|
| ganz trocken | } | 110 Pfd. nürnb. Med.-Gewicht                   |
|              |   | 82 — köln. Gew. oder 77 nürnb. Handelsgewicht. |

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| besgl. ganz | { | 150 Pfd. Med. Gewicht                   |
| durchnäßt   |   | 112 — köln. Gew. — 105 nürnberg. Handg. |
| also feucht | { | 130 — Med. Gewicht                      |
|             |   | 97 — köln. Gew.; 91 nürnberg. Handelsg. |

Anmerk. Ein Pfund nürnberg. Med.-Gewicht hat nur 7443 holl. Aße  
 „ „ kölnisch „ „ 9735 „ „  
 „ „ nürnberg. Handelsgew. „ 10621 „ „

Also in runder Zahl ein Pfd. Med.-Gewicht = 0,76 köln.  
 Pfd; oder 0,70 nürnberg. Handelsgewicht.

- a) Enthält ein Morgen Sand, z. B. 25000 parisi. Quabr. Fuß, so beträgt das ganze Gewicht der Ackerkrume auf 12 Zoll Tiefe 25000 Centner. Setzt man wünscht dieselbe mit einem Prozent Sand künstlich zu versehen, so werden schon 250 Ctr. Sand (oder etwa 12 vierspännige Fuder) erforderlich.
- b) Die agronomischen Unterschiede zwischen schwerem und leichtem Boden beruhen weder auf seinem absoluten Gewichte und seiner Eigenschwere, sondern auf seiner Bindigkeit.
- c) Nach Schübler besitzt ein Gemenge aus zwei Erdbarten, deren Gewicht einzeln bekannt ist, keineswegs das Gewicht im arithmetischen Mittel aus beiden, sondern fast durchaus ein größeres als letztes Gewicht; also ein ähnliches Verhalten, wie bei einigen chemischen Verbindungen.

### §. 33.

Die Wasseraufnahme-Fähigkeit des Erbreichs, oder sein Vermögen mehr oder weniger flüssiges Wasser in die Zwischenräume und Substanz (z. B. Thon, Humus) aufnehmen zu können, ohne es tröpfelnd wieder fallen zu lassen, beruht theils auf chemischer Verwandtschaft, theils auf mechanischen Gesetzen; und bedingt zwar zum großen Theil die Fruchtbarkeit desselben, jedoch nicht unter allen Umständen und auch nicht in directem Verhältnisse, indem eine mäßige aber nachhaltige Befech-

tung der Vegetation im Allgemeinen stets günstiger zu seyn pflegt, als die eigentliche höchste Durchnässung. In Folge einer wirklichen innigern Wasseraufnahme in die Substanz, quellen nur der Thon und Humus hierbei merklich auf.

Das Verhalten der einzelnen Bodenbestandtheile in dieser Hinsicht giebt hauptsächlich Schübler folgendes maßen an. Nämlich in jenem völlig gesättigten Zustande enthalten an Prozenten ihres Trockengewichts an Wasser

Frisch niedergeschlagene Thonerde — 250 und mehr  
(Bergmann.)

Gemeiner Thon von versch. Rein-  
heit und im gewöhnlichem Zu-  
stande . . . . . — 40—70 (u. mehr)

Quarzsand . . . . . — 25

Kalk (nach verschiedener Feinheit  
seines Korns) . . . . . — 29—85

Tallerde . . . . . — 456

Humus . . . . . — 190

Gartenerde zufällig oder im Be-  
sondern . . . . . — 52

Zwei Ackererden im Besondern — 48—52

Diese Verhältnisse sind jedoch nicht durchaus ganz feststehend. Denn so halten 1) alle frisch aus andern Verbindungen ausgeschiedenen reinen Erden, noch ehe sie hierauf getrocknet worden sind, eine größere Menge Wasser an, als wenn sie erst einmal ganz ausgetrocknet und nachher wieder befeuchtet wurden, und noch weniger, wenn sich dieß öfterer wiederholt; und namentlich liefert die Bittererde, Humus u. davon die nächsten Beispiele.

2) Der reinste Thon (§. 21) verhält sich hierin nicht gleich, sondern (wie es scheint) um so mehr abweichend,

je veränderlicher das Verhältniß der Thon- und Kiesel-  
erde in diesem Thonsilicat, also derselbe fetter oder ma-  
gerer — ist.

3) Alles Erdbreich bis zu gewissem Maaße aus der  
feuchten Tiefe des Bodens gebracht und vor seinem Aus-  
trocknen genäßt, nimmt mehr Wasser auf, als nachdem  
es einmal oder mehrmal an der Oberfläche des Bodens  
wiederholt Befeuchtungen und langsame Austrocknungen  
erlitten hat.

4) Beim Quarzsande, pulverisirten Kalkstein und  
dergleichen entscheidet die Feinheit des Kornes viel für  
das größere Wasseraufnahme-Vermögen.

5) Cadet de Gassicourt (a. v. a. D.) will gefunden  
haben, daß ein Gemenge aus zwei und mehr Erden be-  
feuchtet eine Wassermenge aufnehme, die ziemlich genau  
das arithmetische Mittel, d. h. das Gewicht überhaupt  
einhalte, was jeder Theil für sich aufgenommen haben  
würde.

Bei den in der Natur im Großen vorkommenden Erd-  
gemengen zeigt sich der relative Thongehalt hauptsächlich  
von Einfluß auf die relative Wasseraufnahme-Fähigkei-  
ten oder den zeitlichen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens  
nach jeder Bewässerung.

a) Bergmann fand durch Versuche und bei einer Sättigung,  
wobei die Erde keinen Tropfen mehr fallen läßt:

|              |     |              |
|--------------|-----|--------------|
| bei Thonerde | 250 | Proz. Wasser |
| „ Bittererde | 150 | „            |
| „ Kalkerde   | 50  | „            |
| „ Kieselerde | 25  | „            |

Kau, Anleitung. 3. b. Forstw. 2. Aufl. 1807. S. 189.

b) Nach eignen Versuchen des Verfassers weicht hauptsächlich die  
Bittererde sehr wesentlich unter allen Angaben ab, nämlich



Bergmann giebt nur — 150 Proz. an

Ich fand . . . . — 234 . .

Schübler . . . . — 450 . .

Burger . . . . — 540 . .

Nach dieser zeigt Thon und Humus die wichtigste Uebereinstimmung.

- c) Pulverige Substanzen, welche keine chemische Verwandtschaft gegen gewisse Flüssigkeiten besitzen, nehmen diese letztern auch nicht durch die Haarröhrchen-Anziehung auf, z. B. Feinstaub kein Wasser u.

### §. 36.

Die Austrocknungsfähigkeit der verschiedenen Bestandtheile des Erdbreichs steht mit ihren Wasseraufnahmefähigkeiten ziemlich genau in umgekehrten Verhältnissen, indem die das meiste Wasser aufnehmenden Bestandtheile nicht bloß vornherein schon längere Zeit brauchen um wieder auszutrocknen, sondern überhaupt auch — im Einzelnen wenigstens — dasselbe fester anhalten, wie z. B. der Thon und Humus, Bittererde u., und zwar namentlich in den letzten Stadien der Austrocknung. — Dieß ergeben Schübler's Versuche über die unter einerlei Umständen aus den verschiedenen Bodenbestandtheilen in gleicher Zeit (4 Stunden) an freier Luft (bei 15 ° R.) im Schatten verdunsteten Wassermengen, nach Prozenten der ganzen frühern höchsten Wasseraufnahme.

|                                 |   |           |
|---------------------------------|---|-----------|
| Quarzsand . . . . .             | — | 88. Proz. |
| Kalksand . . . . .              | — | 76 .      |
| Feine Kallerde . . . . .        | — | 28 .      |
| Thon von verschied. Reinheit u. | — | 32—52 .   |
| Humus . . . . .                 | — | 20 .      |

|                      |   |          |
|----------------------|---|----------|
| Tallerde . . . . .   | — | 11 Proz. |
| Gartenerde . . . . . | — | 24 „     |
| Ackererden . . . . . | — | 32—40 „  |

Die zum völligen Wiederaustrocknen nöthige Zeit ist nicht bemerkt.

Am meisten widerstehen der Austrocknung also Bittererde, Humus, Thon, und die übrigen theilweis wieder nach Maassgabe der grössern Feinheit ihres Korns. Der dauernde relative Feuchtigkeitsgrad des Erbreichs während längerer Zeiträume wird durch diese Eigenschaften hauptsächlich bedingt, folglich das Verhalten eines nassen Bodens im Gegensatze des trocknen, und die Mittelstufen zwischen beiden Extremen. Auch hier bestimmt der Thongehalt im Großen das meiste, indem die Beimengungen von Humus, Bittererde gewöhnlich für einen hervorragenden Einfluß nicht (selten) erheblich genug sind.

Den bedeutendern Theil ihres Wassergehaltes, nämlich den vermöge ihrer Wasseraufnahme-Fähigkeit eingesogenen, verlieren die Boden-Bestandtheile bei einem Wärmegrade von 35° Reaum. vollkommen; wogegen sie mit einem gewissen Antheile, während sie befeuchtet der Luft längere Zeit ausgesetzt gewesen sind, eine so enge chemische Verbindung eingehen, daß sie denselben erst in der Glühhitze verlieren. Selbst Dachziegeln aus gebranntem Thon zeigen diese Erscheinung sehr stark.

- a) Da Schübler seine Versuche in kleinen flachen Schalen von gleicher Größe (besonders gleicher Oberfläche) im Schatten und bei unbewegter Luft anstellte, so läßt sich hieraus nicht auf die Verdunstungsverhältnisse im Großen schließen. Diese würden sich dadurch richtiger bemessen lassen, daß man in zwei Reihen von Versuchen, einmal: gleiche Gewichte, — und zum andern: gleiche Räume — von verschiedenen Erbsorten mit einerlei Mengen Wasser befeuchtete, und alsdann

den Gang der Verdunstung in gewissen Zeitintervallen bis zum völligen Austrocknen — beobachtete. Denn auch in der Natur erlangen die verschiedenen Bodenarten unter einerlei örtlichen Verhältnissen auch einerlei Befeuchtung durch Regen, Schnee und Thau. — Diese letzteren Versuche aber lassen sich keineswegs durch Feststellung des positiven Verdunstungsbetrages bei der Schübler'schen Prüfung (Multiplication der Proportionen des §. 35 und 36) ersetzen.

## §. 37.

Die Raumveränderungs-Fähigkeit der Bodenbestandtheile besteht in ihrem Aufquellen und Zusammenschrumpfen bei abwechselndem Befeuchten und Austrocknen; und macht sich in der freien Natur hauptsächlich durch das Entstehen von Garten Trockenrissen im Erdreiche, — wodurch zarte Wurzeln leicht zerrissen werden können, — bemerklich. Schübler fand hinsichtlich dieser Eigenschaft bei gewöhnlichen Lufttemperaturen folgende Verhältniszahlen; — nämlich 1000 Theile bis zur Formbarkeit befeuchteter oder nasser Erden u. verminderten beim Eintrocknen ihren Raum

|                                  |   |             |
|----------------------------------|---|-------------|
| Humus um . . . . .               | — | 0,200       |
| Thon in versch. Form . . . . .   | — | 0,060—0,183 |
| Kohlfs. Bittererde . . . . .     | — | 0,154       |
| Feine kohlfs. Kalkerde . . . . . | — | 0,050       |
| Gartenerde . . . . .             | — | 0,149       |
| Ackererden . . . . .             | — | 0,095—0,120 |

Hiernach beträgt die Raumverminderung der Erden, ebenso wie beim Eintrocknen anderer Körper, nicht direct so viel, als der Verlust an Feuchtigkeit, obwohl sie mit der Wasseraufnahme-Fähigkeit in einigem Verhältnisse steht.

## §. 38.

Von dem veränderlichen wechselseitigen Zusammenhange der Erdtheilchen unter einander, oder der Festigkeit (Bindigkeit) des Bodens, hängt nicht bloß der Widerstand ab, den derselbe bei seiner Bearbeitung den Werkzeugen entgegen setzt, sondern es wird dadurch auch die mehr oder weniger leichte Zugänglichkeit der atmosphärischen Luft und Wärme bedingt, und in Folge dessen die Wurzelverbreitung der Gewächse bald begünstigt, bald gehemmt. Zugleich begründet diese Eigenschaft auch den Unterschied zwischen dem leichten (lockern) und schweren (bindigen) Boden.

Schäbler ermittelte dafür folgende Verhältniszahlen, indem er die Erden zu Parallelepipeden formte, diese trocknete und durch die, — nach vorheriger Unterstüzung an beiden Enden — in ihre Mitte angehängten Gewichte, nun den Widerstand bemaß, den sie dem Zerbrechen entgegen setzten. Zugleich wurde durch ähnliche Vorrichtungen auch die Adhäsion der durchwachsenen Erden an Eisen und Holz (Material der Bearbeitungs-Werkzeuge) untersucht, da durch dieses alles erst ein Schluß auf jenen Widerstand möglich wird.

| Er d a r t e n.            | Im trocknen Zustand<br>Festigkeit oder Cohäsion,<br>die des feinsten Thons = 100, gesetzt | Im nassen Zustand.<br>Anhängen an Ackerwerkzeuge, Abhäsion<br>an eine Fläche von einem Pariser<br>Quadratschuh |          |
|----------------------------|---|--|----------|
|                            |   | von Eisen  | von Holz |
| Quarzsand . . . . .        | 0   | mit 5,1 B  | 5,7 B    |
| Kalksand . . . . .         | 0   | 5,5  | 5,9      |
| Kalserde . . . . .         | 5,0   | 19,1   | 20,8     |
| Gipserde . . . . .         | 7,3   | 14,3   | 15,8     |
| Humus . . . . .            | 8,7   | 11,8   | 12,5     |
| Kalserde . . . . .         | 11,5  | 7,8  | 9,5      |
| Fettenartiger Thon . . . . | 57,3  | 10,6   | 11,9     |
| Lehmartiger Thon . . . .   | 68,8  | 14,1   | 15,2     |
| Thonartiger Thon . . . .   | 83,3  | 23,0   | 25,3     |
| Reiner feiner Thon . . . . | 100,0   | 36,0   | 39,0     |
| Gartenerde . . . . .       | 7,6   | 8,8  | 10,0     |
| Ackererde von Hofwyl . . . | 33,0  | 7,8  | 8,6      |
| Ackererde vom Jura . . . . | 22,0  | 7,1  | 8,0      |

Es ist in jener Vergleichung der reinste Thon als Maassstab für den veränderlichen Zusammenhang aller übrigen Bodenbestandtheile gewählt, da er die höchste Kohärenz besitzt und nach Maassgabe seiner Beimischung zu den andern dem Gemenge diese Eigenschaft mehr oder weniger mittheilt. Daß die Erden dem Holze fester als dem Eisen anhängen, scheint theilweis wohl auf der minder glatten dichten Oberfläche des Holzes, ausserdem (größtentheils?) aber wohl auf der großen Verwandtschaft oder Anziehungsneigung des Holzstoffes gegen die Feuchtigkeit der in Berührung gebrachten Erden zu beruhen. Wahrschein-

lich wurden mit Öl vorher getränkte Holzstücke bei jenem Versuche hiorüber entschieden haben.

Wurden dergleichen feuchte geformte Parallelepipeden dem Froste ausgesetzt und nachher getrocknet, so zeigten sie einen großen Verlust an ihrer frühern Kohärenz. Dieser mag allerdings von der auseinander treibenden Gewalt der in Eis sich verwandelnden Feuchtigkeit herrühren; — allein, da zugleich bekannt ist, daß ein über Winter recht tüchtig durchgefrorener Thon auch nach seinem Wiederaufthauen an seiner frühern Bindigkeit verloren hat, so scheint der Frost vielleicht jenen Zusammenhang auch in anderer Weise noch (zeitliche Verminderung des Wasseraufnahme-Vermögens) zu ermäßigen. — Auch verdient die mögliche Erhöhung der Kohärenz des Erdbreichs durch starkes Pressen in mäßig feuchtem Zustande, bei diesen Versuchen sehr in Betracht zu kommen.

### §. 39.

Die Eigenschaft der Wasseranziehung, oder die Fähigkeit der trocknen Erden aus der Atmosphäre den Wasserdunst einzusaugen, beruht offenbar auf einer engeren Verwandtschaft derselben zum Wasser und macht sie — nach starker Austrocknung am Tage — um so geschickter den nächtlichen Thau mittelbar und unmittelbar aufzunehmen. Schübler ermittelte dafür folgende Verhältniszahlen. Nämlich 1000 Gewichtstheile trockne Erde nehmen unter ganz gleichen Nebenumständen an atmosph. Feuchtigkeit auf.

|                          | Nach<br>12 Stunden | Nach<br>72 Stunden |
|--------------------------|--------------------|--------------------|
| Quarzsand „ „ „ „ —      | 0                  | 0                  |
| Kalksand „ „ „ „ —       | 2                  | 3                  |
| Feine Kallerde „ „ „ „ — | 26                 | 35                 |

|                             | Nach<br>12 Stunden | Nach<br>72 Stunden |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| Gypspulver . . . . —        | 1 —                | 1                  |
| Gemeiner Thon versch. Art — | 21—30 —            | 28—41              |
| Reiner Thon . . . . —       | 37 —               | 49                 |
| Lafferde . . . . . —        | 69 —               | 82                 |
| Humus . . . . . —           | 80 —               | 120                |
| Gartenerde . . . . . —      | 35 —               | 52                 |
| Ackererde im Durchsch. . —  | 15 —               | 22                 |

Die Ansaugung ist also sogleich vornherein am lebhaftesten, nimmt nachher immer mehr ab und steht nach etlichen Tagen ganz stille. Die Erfahrung Davy's (Agrif. Chem. S. 208), daß der Boden im Maasstabe jener Eigenschaft auch eine höhere Fruchtbarkeit zu besitzen pflege, läßt sich aus dem obigen Verhalten eben so wohl erklären, als beweisen, daß dieser Maasstab deßhalb keineswegs folgerichtig ist. — Übrigens haben sehr viele andere Körper jene Eigenschaft mit den Bodenbestandtheilen gemein.

#### §. 40.

Die Fähigkeit der Erdstoffe, im befeuchteten Zustande der atmosphärischen Luft den Sauerstoff zu entziehen, war zwar durch A. v. Humboldt, Ruhland und Saufure schon bekannt, jedoch haben erst Schubler's sorgfältige Versuche über jene Eigenschaft in mehrfachen Beziehungen vollständigen Aufschluß gegeben. Es wurden zu diesem Zwecke die für den Versuch gewählten Erden mit einem gewissen Volumen atmosphärischer Luft gegen jede Außenberührung völlig abgesperrt. Das Resultat war folgendes:

- 1) Nur vorher vollständig befeuchtete Erdstoffe (außerdem auch sehr viele andere Körper) sind zu einer Hundeshagen's Bodenkunde.

solchen Sauerstoffaufnahme fähig, wogegen dieselben im ganz trocknen Zustande sich dazu völlig unfähig zeigen.

2) Eine, die betreffenden Erbstoffe bedeckende Schicht von Wasser, hindert jene Sauerstoff-Aufnahme nicht, sondern verzögert nur den Gang derselben in dem Maaße mehr und mehr, als sie an Höhe zunimmt.

3) Diese Wasserschicht selbst absorbirt unterdessen wenig oder gar nichts von jenem Sauerstoffe, oder sie selbst hält davon wenigstens nichts zurück, sondern läßt denselben ungehindert, obwohl langsamer als außerdem, — durch sich hingehen.

Anmerk. Auf den ursprünglichen Luftgehalt des zu jener Bedeckung der Erbstoffe verwendeten destillirten Wassers (m. vergl. oben S. 31) wurde nicht Rücksicht genommen, allein es läßt sich solcher sich bestimmt unterstellen.

4) Die über den Erbstoffen befindliche Wasserschicht wird bei diesem Prozesse selbst nicht verändert oder zerlegt, selbst nicht von oxydablen Metallantheilen, und daher findet eine solche Oxydation nicht statt oder hört sobald auf, als man die atmosphärische Luft von jener Wasserschicht in ein oder der andern Weise völlig abschließt.

Anmerk. Dieses auch schon nachgewiesen von Dr. Marshall Hall (Jahrb. d. polyt. Inst. zu Wien. II. 1820. S. 451). Nach ihm absorbirt das Eisen unter jenen Umständen außer dem Sauerstoff zugleich etwa vorhandene Kohlensäure.

5) Selbst das vollständig oxydirte Eisen nimmt unter jenen Verhältnissen noch Sauerstoff auf; der Humus aber wird theilweis zerlegt, indem er in gleichem Verhältnisse Kohlensäure in jene Atmosphäre zurück giebt, als er Sauerstoff daraus entnommen hat. Bei längerer Fortdauer dieses Processes und wenn während dessen der Hu-



muß mit einer Wasserschicht bedeckt bleibt, soll er sich angeblich — unter Umänderung seiner braunen Farbe in eine schwarze — in verkohlten (überkohligen u. oben S. 80) Humus umwandeln.

Anmerk. Jene Bersezungen erleiden theilweis auch die humus-sauren Salze oder Erdeverbindungen (oben S. 92. No. 5).

6) Kein anderer Bodenbestandtheil, außer dem Humus, giebt auf jene Sauerstoffaufnahme irgend einen Stoff in die über ihm stehende abgesperrte Atmosphäre zurück.

7) Die Sauerstoff-Aufnahme der Erden geht in allen Fällen, wo nur mäßige Erdmengen auf jene Atmosphäre wirken, auch ohne Verdeckung unter einer Wasserschicht etwas langsam von statten; dagegen wird von einer hinreichenden Menge Erde der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre (ihre volle 21 Prozent) so vollständig aufgesogen, daß nur reines Stickgas übrig bleibt. Ob die Erden und die darüber stehende Wasserschicht auch Stickluft aufnehmen, ist zwar durch Schübler nicht außer Zweifel gesetzt, hat sich jedoch nicht wahrscheinlich gemacht.

8) Es besitzen zwar alle Bodenbestandtheile (und viele andere Körper) jene Eigenschaft der Sauerstoffaufnahme, jedoch nicht alle in gleichem Grade. Schübler theilt darüber folgende Verhältnisse mit:

| Erdbarten.            | Absorption im völlig trockenen Zustand | Im durchschnästen Zustand absorbierten 1000 Gr. Erde aus 15 Kubitzollen atm. Luft, welche 21 Prozent Lebensluft enthielt, in 30 Tagen. |                  |                  |
|-----------------------|--|--|------------------|------------------|
|                       |  | nach Prozent.  | dem Volumen nach | dem Gewicht nach |
| Quarzsand . . . .     | 0                                      | 1,6  | 0,24             | 0,10             |
| Kalksand . . . .      | 0                                      | 5,6  | 0,84             | 0,35             |
| Gypserde . . . .      | 0                                      | 2,7  | 0,40             | 0,17             |
| Lettenartiger Thon .  | 0                                      | 9,3  | 1,39             | 0,59             |
| Lehmartiger Thon .    | 0                                      | 11,0   | 1,65             | 0,70             |
| Klayartiger Thon .    | 0                                      | 13,6   | 2,04             | 0,88             |
| Reiner Thon . . .     | 0                                      | 15,3   | 2,29             | 0,97             |
| Feine Kalkerde . .    | 0                                      | 10,8   | 1,62             | 0,69             |
| Humus . . . . .       | 0                                      | 20,3   | 3,04             | 1,29             |
| Talkerde . . . .      | 0                                      | 17,0   | 2,55             | 1,08             |
| Gartenerde . . . .    | 0                                      | 18,0   | 2,60             | 1,10             |
| Ackererde vom Hofswyl | 0                                      | 16,2   | 2,43             | 1,03             |
| Ackererde vom Jura    | 0                                      | 15,0   | 2,25             | 0,95             |

9) Ein gewisser Grad von Lockerheit, Schatten und Wärme begünstigen jenen Prozeß sehr merklich. Geht die Temperatur auf Null zurück, so steht er stille, und wird der Apparat dem Sonnenlichte ausgesetzt, so bildet sich, bei gehöriger Intensität desselben, in der über den Erden stehenden Wasserschicht die Priestleysche grüne Materie sehr bald aus und von nun an wird der Sauerstoffgehalt jener abgesperrten Atmosphäre sehr merklich über das ursprüngliche und normale Verhältniß (21 Prozent) vermehrt. Kehrt nunmehr Schatten oder Dun-

selheit zurück, so löst jene Materie sich auf und die gewöhnliche Sauerstoffaufnahme stellt sich wieder ein.

Anmerk. Diese Versuche hat der Verfasser selbst mit verschiedenen Erdbarten wiederholt und alsdann gefunden, daß diese Conservenbildungen nicht bloß in den Wasserschichten über der Bittererde, dem Kalkmergel, Gypse etc., und ähnlichen sehr fruchtbaren Erdbarten sich ungleich schneller und reichlicher als über Quarzsand, Thon etc. erzeugten, sondern daß die größere Menge derselben sich auf den Seiten-Flächen zwischen dem Glase und der am Boden desselben ruhenden Erde bildeten und diese, wenn sie weiß war (Gyps, Bittererde etc.), ganz grünlich färbte.

10) Ein gewisser Sättigungsgrad der Erden etc. mit Sauerstoff ist bis dahin (besonders da reines Sauerstoffgas niemals angewendet wurde) noch nicht ermittelt; dagegen hat sich ergeben, daß jene einmal zu dem Versuche verwendeten und nachher getrockneten Erden etc. — wieder befeuchtet und unter dieselben Verhältnisse zurückversetzt, nochmals und mehrmals dieselbe Sauerstoffanziehung anßern.

11) Scheidet man den Humus- und Eisengehalt der Bodenbestandtheile kurz vor dem Versuche möglichst sorgfältig aus, so vermindert sich schon bloß dadurch die Absorptions-Fähigkeit der Erden sehr bedeutend, noch mehr aber, wenn man sie vor dem Verwenden und Wiederbefechten vorher förmlich ausgeglüht hat. Schübler fand in dieser Beziehung folgendes Verhalten; nämlich nach 28 Tagen waren von dem normalen Sauerstoffgehalte der abgesperrten Atmosphäre noch vorhanden

| Erdbarten befeuchtet.                       | Lebensluft-<br>gehalt nach<br>28 Tagen. |
|---|---|
| Fruchtbare Gartenerde . . . . .             | 10,4 Proz.                              |
| Dieselbe vom auflösblichen Humus rein .     | 17,0 „                                  |
| Dieselbe zuvor geglüht . . . . .            | 20,9 „                                  |
| Gewöhnlicher gelblicher Lehm . . . . .      | 18,1 „                                  |
| Derselbe zuvor geglüht . . . . .            | 21,0 „                                  |
| Weiße feine Thonerde . . . . .              | 16,3 „                                  |
| Dieselbe zuvor geglüht . . . . .            | 21,1 „                                  |
| Gewöhnliche weiße Kalkerde . . . . .        | 17,1 „                                  |
| Weißer Carrarischer Marmor . . . . .        | 20,9 „                                  |
| Derselbe zuvor geglüht . . . . .            | 21,0 „                                  |
| Gewöhnliche weiße kohlensäure Bittererde    | 13,8 „                                  |
| Dieselbe zuvor geglüht . . . . .            | 21,1 „                                  |
| Gewöhnlicher weißer Gyps, etwas eisenhaltig | 19,8 „                                  |
| Derselbe zuvor geglüht . . . . .            | 20,9 „                                  |

12) Die nach diesem Abglühen in ihrer Wirkung auf die Atmosphäre geschwächten Bodenbestandtheile erlangen ihre Auffassungsfähigkeit jedoch (selbst nach Rußland's Versuchen) wieder, wenn sie einige Zeit erst wieder (befeuchtet?) an der freien Luft gelegen haben.

Der damaligen (1817) Ansicht Schüblers, daß nämlich das stärkere Ansaugungs-Vermögen der Erden gegen den Sauerstoff vielleicht ausschließlich durch ihren Humus- und Eisengehalt bedingt werde, in jedem andern Falle aber nur ebenso eine bloß mechanische (physikalische? entgegengesetzt der „chemischen“) Luftaufnahme sey, als sie — nach Saussures Beobachtungen — bei vielen hierher nicht gehörigen befeuchteten Körpern statt

findet, läßt sich nach dem neuern Stande der Wissenschaft nicht mehr beipflichten, und zwar aus folgenden Gründen:

a) Wäre jene Sauerstoff-Anziehung der Erden bloß eine mehr physikalische (eigentlich „mythische“), so wäre nicht zu begreifen, warum sie sich vor und nach dem Abglühen in jenem Apparate immer wieder nur auf den Sauerstoff beschränken und diesen selbst durch eine Wasserbedeckung hindurch anziehen könnte.

b) Ist die erwähnte Vorstellungsweise darauf gegründet, daß mit jener Sauerstoff-Aufsaugung nur ausnahmsweise wirklich chemische Folgen oder Oxydationen (bei Humus, dem Eisen) verbunden sind, so ist dieß nur allein einer Zeitperiode zuzuschreiben, in der man mit Thénard's Entdeckung der scheinbar mechanischen (d. h. durch Veränderung der Temperatur, des Luftdruckes u. leicht wieder aufzuhebenden) Überoxydierung der Schwer-, Strontian- und Kalkerde (auch zweifachen Säuerung oder Bicarbonat der Alkalien) noch nicht bekannt war.

c) Einer bloß mechanischen Adhäsion des Sauerstoffes an jene Bodenbestandtheile, oder außerdem dem alleinigen Einflusse des Humus und Eisens auf ihre sonst sich äußernde Anziehungskraft, widerspricht schon einmal das Verhalten der Bittererde, die auch im reinsten Zustande eben so bemerklich die Neigung zur Sauerstoff-Anziehung beibehält, als unter dem Verlaufe derselben besonders leicht Conferven bildet. Allein nicht bloß diese Confervensbildungen — als Folge jener Sauerstoff-Aufnahme — sprechen gegen jede mechanische Vorstellungsweise, sondern daß unter denselben Wechselwirkungen befeuchteter Gesteine ihre Verwitterung und bei unzählig andern Körpern die Zerstörung in ähnlicher Weise allmählig erfolgt; wie namentlich die neuesten Beobachtungen von Heidinger über Pseudomorphosen im Mineralreiche bezeugen.

Wir sind also berechtigt, dieser Eigenschaft der Bodenbestandtheile die volle Bedeutung beizulegen, welche dergleichen Halboxydationen (Halbverbindungen) auf die Verwitterung (Drybirung und Hydratirung) der Felsarten, auf die erste Hervorrufung der niedern Pflanzengebilde, auf das Keimen der Saamen und die Verdauungsfähigkeit der Wurzeln u. u. — äußern, und wobei jederzeit das Wasser eine sehr wichtige vermittelnde Rolle übernimmt.

- a) Saussure's oben berührte Versuche über die Luftabsorption verschiedenartiger bloß befeuchteter Körper finden sich in der Biblioth. brit. Tom. 49. pag. 319. und im Jour. de Phys. Tom. LXIV. p 169. Auch sie sprechen gegen eine bloß mechanische Luftaufnahme, da sich Sauerstoff und Stickstoff in ziemlich gleichem Raumverhältnisse in jenen Körpern vorfinden, also hier, wie bei der vom Wasser aufgenommenen Luft, der Sauerstoffgehalt weit mehr, als in der Atmosphäre, beträgt.

#### S. 41.

Die Erwärmungsfähigkeit der Bodenbestandtheile kann, wenn sie eine nachtheilige Ausdörrung des Erdbreiches nicht im Gefolge führt, immer nur von höchst günstigem Einflusse auf die Vegetation seyn, indem dadurch die, für den Zersetzungsprozeß des rohen vegetabilischen Nahrungsstoffes und seine Verdaunung so höchst wesentliche Sauerstoffaufnahme — bedeutend erhöht wird. Es beruhen auf den verschiedentlichen Modificationen jener Eigenschaft überhaupt (zum Theile wenigstens) die Begriffe von kalten und hitzigen Bodenarten.

Die Veranlassungen zu einer solchen Erwärmung des Erdbreiches in freier Natur und bis zu derjenigen Tiefe hin, bis zu welcher sie für die Vegetation von Einfluß ist, werden gegeben, theils durch die unmittelbaren Einwir-

kungen des Sonnenlichtes auf jene Erden; theils durch das Vermögen der letztern für die Wärmeleitung aus den untern Schichten der Atmosphäre und auch durch die noch unerklärte, bei mäßiger Befeuchtung der Erden erfolgende — Wärmeentwickelungen.

Das unmittelbar einfallende Sonnenlicht ist hierbei, so weit der Pflanzenüberzug oder die Bestellung dasselbe zulassen, am wirksamsten und zwar in dem Verhältnisse, als die Größe des Einfallwinkels ansteigt. Modificirt wird diese Wirkung im Weiteren aber hauptsächlich durch die Farbe und den zeitlichen Feuchtigkeitszustand des Bodens, weniger dagegen durch die besondern Eigenschaften seiner Bestandtheile im Einzelnen. Nach Schübler ergeben sich in dieser Beziehung folgende Resultate:

Bei einer Sommerwärme von 20 ° Reaum. (im Schatten) erlangten folgende Erden dem Sonnenlichte ausgesetzt auf der Oberfläche nachstehende Temperaturen.

(Anmerk. für kleine Erdmengen in isolirten Gefäßen.)

|  | Natürliche<br>Farbe |         | Künstlich       |                    |
|--|---------------------|---------|-----------------|--------------------|
|  | naß                 | trocken | weiß<br>trocken | schwarz<br>trocken |
| Reiner Thon, bläulich<br>grau . . . . .  | 30                  | 36      | 33              | 39                 |
| Kiesel oder Sand, hell<br>gelblich grau . .  | 30                  | 36      | 35              | 41                 |
| Kalk, weißlich grau .  | 29                  | 35      | 34              | 40                 |
| Gyps, weißgrau . .   | 29                  | 35      | 35              | 41                 |
| Kalk, weiß . . . .   | 28                  | 34      | 34              | 40                 |
| Humus, schwärzlich grau  | 31                  | 38      | 34              | 39                 |
| Also im Einzelnen we-<br>nig Unterschied, und daher<br>im Mittel für 10° Luft-<br>temperatur im Schatten | 29                  | 35      | 34              | 40                 |
|  | für die             | Temper. | in der          | Sonne              |

Die theilweisen Benutzungen künstlicher dunkler Färbungen der Erde für die Kultur sind bekannt.

Auch Temperatur-Vergleichungen in freier Natur zwischen Bodenarten von verschiedener Färbung — von angesehenen reisenden Naturforschern angestellt — haben an der Oberfläche nur Unterschiede von 5—7° Reaum. ergeben, und zwar aus begreiflichen Gründen die höhere Temperatur stets für die dunklen gefärbten Erden. Übrigens zeigt sich aus Schüblers Versuchen im Kleinen der Einfluß der Befeuchtung und Verdunstung des Erdreichs auf seine Erwärmung von weniger Einfluß, als man vornherein glauben sollte und als er im Großen wohl besteht. Außerdem müßte die untere Luftschicht hauptsächlich ihren Wärmestoff für jene Verdunstung abgeben.

Die Temperatur des obern tiefern Theils der Erde bis auf 80 und mehr Fuß Tiefe hin, ist ganz von



der örtlichen Lufttemperatur und dem Wärmeleitungsvermögen der Erde abhängig, und deshalb steigt und fällt sie mit dieser, obwohl — wie alle schlechte Wärmeleiter — etwas langsamer, und erreicht darum niemals die Temperatur-Extreme der Luft; d. h. im Sommer gelangt sie niemals auf den höchsten, im Winter niemals auf den niedrigsten Temperaturgrad der Luft. Sie verhält sich also ziemlich gerade so, wie die Temperatur der Gewächse (Physiologie d. Pfl. S. 39 und 40).

In so weit nun die untern Luftschichten in ihrer Erwärmung, ebenso wie die freie Erdoberfläche, von dem Einfallswinkel der Sonne sehr wesentlich abhängen, ist dieses also bis zu gewissem Maaße auch hinsichtlich der tiefern Erdschichten der Fall, allein dennoch wird die Wärmeleitung von Außen nach Innen, oder von der Oberfläche aus gegen die Tiefe, durch nichts anderes so merklich bedingt, als vom Lockerheits-Zustande des Erdreiches, welcher jene ganz auffallend fördert. Nicht ohne Interesse ist folgende Übersicht der im botanischen Garten zu Genf hierüber theilweis angeestellten Beobachtungen (m. vergl. *Bibliothèque britannique* Tom. 1).

| Monate  | Mittlere Temperatur der Luft | Mittlere Temperatur der Erdoberfläche |                | Temper. drei Zoll unter der Erde | Temper. 4 Schuh unter der Erde |
|---------|------------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------|
|         |                              | Mittags                               | im Allgemeinen |                                  |                                |
| Januar  | + 2,73                       | + 4,89                                | + 2,73         | + 2,88                           | + 3,28                         |
| Februar | + 2,17                       | + 6,10                                | + 3,42         | + 3,46                           | + 2,92                         |
| März    | + 2,71                       | + 9,42                                | + 4,42         | + 4,97                           | + 2,72                         |
| April   | + 8,07                       | + 20,85                               | + 11,50        | + 12,75                          | + 7,25                         |
| Mai     | + 10,59                      | + 21,38                               | + 13,63        | + 14,40                          | + 10,05                        |
| Juni    | + 12,85                      | + 25,48                               | + 16,79        | + 18,49                          | + 13,11                        |
| Juli    | + 13,86                      | + 27,30                               | + 17,87        | + 18,37                          | + 14,59                        |
| August  | + 15,01                      | + 28,44                               | + 18,97        | + 19,95                          | + 16,27                        |
| Septbr. | + 13,49                      | + 22,55                               | + 15,58        | + 16,98                          | + 15,16                        |
| October | + 8,81                       | + 12,36                               | + 9,02         | + 9,93                           | + 11,90                        |
| Novbr.  | + 4,23                       | + 6,79                                | + 4,66         | + 5,18                           | + 7,55                         |
| Decemb. | — 0,03                       | + 1,44                                | + 0,22         | + 9,57                           | + 3,09                         |
| Mittel  | + 7,87                       | + 15,58                               | + 9,90         | + 10,58                          | + 9,03                         |

Es liegt diesen Beobachtungen übrigens ein sehr fruchtbarer lockerer Gartenboden zum Grunde und wahrscheinlich dürften daher die Zahlen unter andern Verhältnissen auch davon abweichend ausfallen. Daher ergeben sich auch zwischen der örtlichen Temperatur der Luft und den Wasserquellen ganz andere Zahlenverhältnisse. Was Wahlenberg hierüber früher aus verschiedenen Erdtheilen zusammen stellte, hat in der neuesten Zeit sehr wesentliche Berichtigungen erlitten, die in der Klimatologie zur Sprache kommen werden. (V. vergl. Poggenдорfs Annalen. XII. 3. und XV. 28 Stück. Jahrg. 1828 und 1829.)

Höchst merkwürdig ist nun noch die von Pouillet nachgewiesene ganz eigenthümliche Wärmeentwicklung, welche auf eine mäßige und allmähliche Befench-

tung in der Weise, wie die Haarröhrchen-Anziehung zu wirken pflegt, nicht blos der gewöhnlichen trockenen Bodenbestandtheile, sondern auch anderer getrockneter Substanzen erfolgt, zu deren richtigen Bemessung jedoch allerdings sehr empfindliche und eine große Theilung besitzende Thermometer gehören. Pouillet theilt über die Beträge dieser augenblicklichen Temperatur-Erhöhungen folgende Übersicht mit:

## Entwickelte Wärme in Centigrab.

|                | Wasser | Öl    | Alkohol | Essig-<br>Äther |
|----------------|--------|-------|---------|-----------------|
| Glas . . .     | 0,258  | 0,261 | 0,232   | 0,277           |
| Eisen . . .    | 0,215  | 0,190 | 0,229   | 0,330           |
| Eisenoxyd . .  | 0,286  | 0,215 | 0,300   | 0,424           |
| Kupfer . . .   | 0,195  | 0,183 | 0,141   | 0,304           |
| Kupferoxyd . . | 0,221  | 0,219 | 0,195   | 0,268           |
| Porcellan . .  | 0,549  | 0,493 | 0,530   | 0,474           |
| Ziegel . . .   | 0,572  | 0,480 | 0,322   | 0,458           |
| Thon . . .     | 0,940  | 0,912 | 0,867   | 0,780           |
| Kieselerde . . | 0,350  | 0,179 | 0,248   | 0,417           |
| Maunerde . .   | 0,204  | 0,187 | 0,217   | 0,341           |
| Bittererde . . | 0,212  | 0,148 | 0,208   | 0,229           |
| Manganoxyd . . | 0,307  | 0,236 | 0,341   | 0,430           |
| Holzkohle . .  | 1,16   | 0,960 | 1,27    | 1,41            |
| Stärke . . .   | 9,70   | 3,52  | 4,77    | 6,18            |
| Sägspäne . .   | 2,17   | 2,80  | 3,20    | 2,52            |
| Schwefel . .   | —      | —     | 0,173   | 0,216           |

Berzelius Jahresberichte. III. Jahrg. 1824. Seite 37.

und in Edinburgh philos. Journ. VII. p. 3.

Pouillet in den Annales de Chimie et de Physique.

Tom. 20. p. 141.

Den Grund dieser Erscheinung haben unsere ersten Naturforscher bis dahin noch unerklärt gelassen. Berzelius nur will etwas jener Entdeckung von Pouillet ähnliches schon früher beobachtet haben, indem er eine etwa mit  $\frac{1}{10}$  Bittererde gemischte Alaunerde durch Ammoniak aus einer Auflösung gefällt, ausgewaschen und nachher geglüht, — hierauf aber das erkaltete Gemisch befeuchtet — hatte, worauf eine merkliche Erhitzung (nicht bloß gelinde Wärme) erfolgte, ohne daß sich das Wasser chemisch mit jenen Erden verband. Dasselbe sey auch der Fall, wenn Stücken geglühter und nachher erkalteter Erden mit Wasser befeuchtet würden. — Überhaupt deuten die von Pouillet ausgemittelten Temp. Erhöhungen zwischen dem Thone (Thonsilikat) und der Alaun- und Kiesel-erde schon darauf, daß Verbindungen (auch Gemenge?) von zwei Substanzen eine merklich höhere Wirkung zu äußern scheinen, als ein einfacher Stoff. — Dennoch dürfte dieses Naturgesetz für das Ganze des Bodens, der so oft nach einander befeuchtet wird, von keiner bemerklichen Wirkung seyn.

- a) Die in einem bekannten forstlichen Tagesblatte erhobenen Zweifel gegen die Wirklichkeit jener Erscheinung beruhte offenbar auf der verkehrten Behandlung und resp. „Unterwassersehung“ der zum Versuche gewählten Erden.

### §. 42.

Unter Wärmehaltungs-Fähigkeit begreift man das Vermögen der Erden, die erlangte höhere Temperatur, in einem Medium von niedrigerem Grade, länger anhalten zu können, also dieselbe langsamer auszuströmen, folglich langsamer zu erkalten. Durch diese Eigenschaft erhält der Boden seine höhere Tages-Temperatur im Sommer noch mehr oder weniger lange nach Sonnen-

untergang bei, also bis zu einer Zeit, wo die Atmosphäre sich schon bedeutend abgekühlt, verdichtet und den Boden für die Sauerstoff-Anziehung mit Thau getränkt hat, so daß letzterer Prozeß in dieser Dunkelheit nun lebhafter von statten gehen kann.

Die verschiedenen Bodenbestandtheile weichen in dieser Eigenschaft sehr merklich von einander ab, und be sitzen dieselbe in folgendem Zahlenverhältnisse:

Thonbestandtheil = — 66

Kiesel . . . = — 98

Kalk . . . . = — 62

Talk . . . . = — 38

Humus . . . = — 50

Da nun in den meisten Boden-Zusammensetzungen Thon und Kiesel vorwiegen, so wird im Durchschnitte auch das höhere Zahlenverhältniß anzunehmen seyn; übrigen aber diese Eigenschaft für jeden verschieden gemengten Boden sich arithmetisch bestimmen lassen (Dies könnte neben anderm für die Glasbeete der Kunstgärtner zuweilen Anwendung finden. Man vergl. Lampadius Erfahrungen im Gebiete der Chemie und Hüttenkunde. Weimar 1816. S. 173).

#### §. 43.

Über das elektrische und galvanische Verhalten der einzelnen Bodenbestandtheile sind bis jetzt zwar noch wenige Versuche angestellt worden, dessen ohngeachtet folgern sich (aus Schüblers Angaben) schon folgende merkwürdige Resultate

- a) Alle mineralischen Hauptbestandtheile des Bodens mit Ausschluß des Eisens \*), nämlich Kalk, Talk, Kiesel

\*) Ueber das im Boden enthaltene Eisen fehlen die hierher gehörigen Versuche.

und reiner Thon \*), sind elektrische Nichtleiter; und selbst der, — einer im Feuer entstandenen Kohle so sehr analoge, — Humus zeigt sich als Nichtleiter, während die Kohle außerdem für einen guten Leiter gilt.

b) Alle zusammengefestere Erdgemenge und sogar die bloß mit Sand oder Kiesel mechanisch verbundenen Thonarten, werden Halbleiter u. schwache Halbleiter.

c) In der geschlossenen galvanischen Kette erscheinen (wie schon länger bekannt war) die oben genannten Bodenbestandtheile stets auf der negativen Seite, also den weniger leicht oxydirbaren Metallen oder Stoffen zunächst; wogegen der Humus abermals gegen seine Analogie mit der Kohle ganz entschieden auf die positive Seite tritt, also den leichter oxydirbaren Metallen sich anreihet.

d) Alle zusammengefesterten, mehr oder weniger Humus enthaltenden (cultivirten) Bodenarten, enthalten auch in sich die beiden entgegengesetzten galvanischen Qualitäten, was bei den mit Sand gemengten Thonarten nicht der Fall ist, indem sie auf der negativen Seite stehen bleiben.

Hieraus folgt in Bezug auf den galvanischen Prozeß: daß die auf nassem Wege entstandene Kohle oder der Humus, — wie schon oben S. 40 aus seiner leichten Oxydation und Zersetzbarkeit an der Atmosphäre bewiesen wurde, — in der galvanischen Kette der Bodenbestandtheile noth-

---

\*) Schüller a. o. a. D. S. 81 bezeichnet zwar alle Thonarten als Halbleiter, doch scheint aus seiner daselbst gegebenen tabellarischen Uebersicht hervorzugehen, daß der von allen fremdbartigen Theilen möglichst befreite Thon allerdings — wie die übrigen Bestandtheile — zu den Nichtleitern gehöre.

wendig an das äußerste Ende der positiven Seite treten müsse; wo ihm dann das Eisen und die alkalischen Erden am nächsten, der Thon und Kiesel-Bebestandtheil aber am entferntesten zu stehen scheinen.

Wir sind zur Unterstellung eines solchen wechselseitigen, für Erregung galvanischer Wirkungen sehr bedeutsamen Gegensatzes in zweifacher Beziehung berechtigt, nämlich einmal: weil die ursprünglichen Drydations-Fähigkeiten oder Zustände der Grundlagen (metallischen Elemente) sämmtlicher Bodenbestandtheile einen solchen herstellen; und zum andern: weil zwischen denselben nach jener polaren Stellung sich ziemlich genau ihre chemische Verwandtschaften und auch ihre Wechselwirkungen im Erdreiche zu Gunsten der Vegetation — ordnen.

In ersterer Beziehung ist ihre Stellung und Ordnungsfolge die nachstehende:

| Negative Seite      | Metallische Grundlage                                   | Sauerstoffgehalt. |
|---------------------|---|-------------------|
| Kieselerde . . . .  | 26 bis 52   | 74 bis 48 *)      |
| Thonerde . . . .    | 53  | 47                |
| Kalkerde . . . .    | 61  | 39                |
| Kalkerde . . . .    | 72  | 28                |
| Natrum . . . .      | 74  | 26                |
| Kali . . . .        | 83  | 17                |
| Strontianerde . . . | 85  | 15                |
| Schwererde . . . .  | 90  | 10                |
| Eisen }<br>Humus }  | zwischen Null und sehr veränderlichen Drydationsstufen. |                   |

Positive Seite

\*) In runden Zahlen oder mit Uebergang der Bruchtheile, welche hier ohne Einfluß sind.

|  | Natürliche<br>Farbe |         | Künstlich       |                    |
|--|---------------------|---------|-----------------|--------------------|
|  | naß                 | trocken | weiß<br>trocken | schwarz<br>trocken |
| Reiner Thon, bläulich<br>grau . . . . .  | 30                  | 36      | 33              | 39                 |
| Kiesel ober Sand, hell<br>gelblich grau . .  | 30                  | 36      | 35              | 41                 |
| Kalk, weißlich grau .  | 29                  | 35      | 34              | 40                 |
| Gyps, weißgrau . .   | 29                  | 35      | 35              | 41                 |
| Kalk, weiß . . . .   | 28                  | 34      | 34              | 40                 |
| Humus, schwärzlich grau  | 31                  | 38      | 34              | 39                 |
| Also im Einzelnen we-<br>nig Unterschied, und daher<br>im Mittel für 20° Luft-<br>temperatur im Schatten | 29                  | 35      | 34              | 40                 |
|  | für die             | Temper. | in der          | Sonne              |

Die theilweisen Benutzungen künstlicher dunkler Färbungen der Erde für die Kultur sind bekannt.

Auch Temperatur-Vergleichungen in freier Natur zwischen Bodenarten von verschiedener Färbung — von angesehenen reisenden Naturforschern angestellt — haben an der Oberfläche nur Unterschiede von 5—7° Reaum. ergeben, und zwar aus begreiflichen Gründen die höhere Temperatur stets für die dunklen gefärbten Erden. Übrigens zeigt sich aus Schüblers Versuchen im Kleinen der Einfluß der Befeuchtung und Verdunstung des Erdreichs auf seine Erwärmung von weniger Einfluß, als man vornherein glauben sollte und als er im Großen wohl besteht. Außerdem müßte die untere Luftschicht hauptsächlich ihren Wärmestoff für jene Verdunstung abgeben.

Die Temperatur des obern tiefern Theils der Erde bis auf 80 und mehr Fuß Tiefe hin, ist ganz von



der örtlichen Lufttemperatur und dem Wärmeleitungsvermögen der Erde abhängig, und deshalb steigt und fällt sie mit dieser, obwohl — wie alle schlechte Wärmeleiter — etwas langsamer, und erreicht darum niemals die Temperatur-Extreme der Luft; d. h. im Sommer gelangt sie niemals auf den höchsten, im Winter niemals auf den niedrigsten Temperaturgrad der Luft. Sie verhält sich also ziemlich gerade so, wie die Temperatur der Gewächse (Physiologie d. Pfl. S. 39 und 40).

In so weit nun die untern Luftschichten in ihrer Erwärmung, ebenso wie die freie Erdoberfläche, von dem Einfallswinkel der Sonne sehr wesentlich abhängen, ist dieses also bis zu gewissem Maasse auch hinsichtlich der tiefern Erdschichten der Fall, allein dennoch wird die Wärmeleitung von Außen nach Innen, oder von der Oberfläche aus gegen die Tiefe, durch nichts anderes so merklich bedingt, als vom Lockerheits-Zustande des Erdbreiches, welcher jene ganz auffallend fördert. Nicht ohne Interesse ist folgende Übersicht der im botanischen Garten zu Genf hierüber theilweis angestellten Beobachtungen (m. vergl. *Bibliothèque britannique* Tom. 1).

und unbeurbarstem rohem Boden; jedoch hat man bisher so wenig das letztere, wie das erstere abweichende Verhalten eigentlich einer so sorgfältigern Prüfung unterworfen, wie sie zu wünschen ist.

- a) Die Nothwendigkeit einer genauern wissenschaftlichen Prüfung des Untergrundes, oder vielmehr derjenigen Veränderungen, welche die Ackerkrume im Laufe der Zeit durch fortgesetzte Kultur erleidet, ist unter andern im XXII. Bande oder Februarhefte 1822. Seite 186 v. Pohl's Archiv der deutschen Landwirthschaft in Anregung gebracht worden.

Hierher gehören auch die zum Theil sehr sonderbaren Ansichten von dem „Sich-ausgetragen-haben“ des alten Kulturlandes von Egypten, andern Theilen der afrikanischen Nordküste; Sicilien; Sardinien u.

#### §. 46.

So weit bis dahin unsere Kenntnisse reichen, bestehen die Veränderungen, welche die ursprüngliche Zusammensetzung des Bodengemenges im Laufe der Zeit erleidet, in folgendem:

1). Der Humusgehalt der Ackerkrume u. vermindert sich, wo er nicht fortdauernd neuen Zuschuß von Düngstoffen erhält, von Jahr zu Jahr immer mehr, und zwar einmal, in Folge seines Zerseht- und Aufgesogen-Werdens durch die zum Abernten gebrachte Vegetation; außerdem aber und ganz unabhängig von letzterer theils durch Zersehung und Verflüchtigung an der Atmosphäre (oben §. 29 und 30. Nr. 5), theils aber durch Auflösung und Verschwemmen desselben durch die Lagewasser, entweder in die Tiefe des Untergrundes, oder auf ganz andere Stellen.

Anmerk. A. v. Humboldt (Ans. d. Natur. S. 298) bewundert ebenso, wie Prinz Max v. Newwied Reise n. Bras.

I. S. 172) die kaffeebraune Farbe des Wassers solcher Bäche, welche aus den amerikanischen Urwäldern hervortreten. Wir haben dieselbe Erscheinung unter ähnlichen Umständen im Waldegebirge näher, wenn auch wohl in geringerem Grade. Ueber das Auffangen und Benutzen von dergleichen abgeschwemmten Stoffen z. B. Kasthofer (Alpenreise, Karau 1822. S. 22) und Andere.

2) Durch eine ähnliche Zersetzung, Auffangung und Verschwemmung, wie sie beim Humus statt findet, verliert die Oberfläche des Erdreiches auch immer mehr an Salzen und in den Tiegewässern auflösblichen Hydraten (oben S. 31 u.) des Kalkes, Eisens u. — Sowohl die Vegetation, als wirkliche Zerlegungen — des dem Meere abgewonnenen Schlamm- oder Marschbodens belegen die Abnahme ihres ursprünglich reichlichen Salzgehaltes ebenso, als daß gleichzeitig hiermit auch ein großer Antheil Kalkerde verschwindet. (Man vergl. Driesen in Hermbstädt Museum u. IV. 28 Heft; ferner: Stelzner und Sprengel in den Möglinischen Annalen XX. Bd. 28 Stück 1827 und XXII. 1828. S. 412; hin und wieder auch Crome a. o. a. D. —). Ein Gegenbeweis ist zwar versucht, bis dahin aber noch nicht wirklich geliefert worden. Auch andere, besonders mergelartige Bodenarten, zeigen schon in 6—8" Tiefe einen reichern Kalkgehalt, als die Oberfläche. Doch verschwindet mancher Antheil von Kalk, Eisen u. auch wohl nur scheinbar durch seine im Laufe der Zeit erfolgende engere Verbindung mit der Kiesel- und Thonerde, dem Eisen u.

3) Die Dryade des Eisens und Mangans erleiden in der Oberfläche des Bodens im Laufe der Zeit und besonders durch die Bearbeitung des Ackerlandes eine höhere Dryation und hierauf zielt schon die Bemerkung

Duhamel's, daß das Erdreich zugleich mit seiner Bearbeitung sich mehr röthe oder bräunlich werde.

Hieraus folgt, daß die verschiedenen Bodengattungen in dem Verhältnisse, als sie weniger von jenen veränderlichen Bestandtheilen enthalten, auch die vollkommenere Übereinstimmung in ihren höhern und tiefern Erdschichten besitzen, wie z. B. der Sandboden; und daß unter gewissen Umständen der Untergrund mehr wirksame (befruchtende) Bestandtheile als die Ackerkrume enthalten kann.

#### §. 47.

Der Untergrund zeigt bei sonst ganz gleicher Zusammensetzung oder Gattung in Vergleich gegen die Ackerkrume, oder vielmehr die oberste, der Atmosphäre und dem Lichte frei liegende Erdschicht, folgendes abweichende Verhalten;

1) Es besitzt der Untergrund eine beziehungsweise leichtere Auflösbarkeit in Säuren, weiter aber eine größere Zähigkeit, stärkeres Wasseraufnahme- und lebhafteres Sauerstoffanziehungs-Vermögen, ohne damit in Verhältniß der Vegetation günstig zu seyn; im Gegentheile zeigt er sich vielmehr diesem vornherein selbst dann sehr wenig förderlich, wenn er reich an Humus, Kalk, Eisen und überhaupt sehr wirksamen Bestandtheilen ist; und er vertauscht diese ungünstigen Eigenschaften erst nach längerem Freiliegen an der Luft, durch Fröste u. gegen die für die Vegetation günstigsten.

2) Gerade umgekehrt verhält sich der oberste ausgebauthe Theil der Erdoberfläche; d. h. er ist weniger leicht auflöslich in Säuren, weniger zähe, wasserhaltig und zur lebhaften Sauerstoffanziehung in geringerem

Grade geeignet. Er erlangt alle diese Eigenschaften jedoch in einem der Vegetation günstigeren Grade wieder, wenn er weiter in die Tiefe oder bis gegen (nicht in) den Untergrund hin wieder zurückgebracht wird; und hierauf beruht denn die Nothwendigkeit und gedeihliche Wirkung eines öfteren Wendens und Auslockerns der Kulturländer.

Diesem zu Folge nimmt das Erdreich zwei entgegen gesetzte, beiderseits der Vegetation nicht günstige — Eigenschaften an, je nachdem dasselbe in Lagen gebracht wird, entweder wo das Wasserelement und Dunkel, oder aber das Luft- und Lichtelement, in überwiegender Wechselwirkung gegen einander selbst stehen. Denn wie schon oben (S. 31) gezeigt wurde, sucht und vermag unter jenen Umständen bald das Wasser die dem Erdreiche anhängenden Luftantheile, bald die Luft seinen Wassergehalt, auszutreiben oder zu vermindern; also bald auf die Drydulbildung und Hydratisirung, bald auf die Überoxydirung und Deshydratisirung, hin zu wirken. Auf einen solchen Prozeß läßt wenigstens ein Theil der oben angeführten Erscheinungen schließen; auch finden in erheblichen Erdtiefen sich in Säuren leicht lösliche, aber nicht fruchtbar wirkende (oben S. 24. a.) Eisen-Drydul-Hydrate, an der Oberfläche des Bodens aber schwer oder gar nicht lösliche Eisenoxyde. Ebenso ist, — wenigstens in Vergleich gegen die in mäßigen Tiefen sich bildende Humusäure, — der Torf, die Braun- und Steinkohle in größter Tiefe eigentlich bloß oxydulirt und schwach gewässert, der Humus der Oberfläche aber verliert durch die Mitwirkung der Atmosphäre bei seinem Austrocknen und Gefrieren an Auflöslichkeit und wahrscheinlich an Wassergehalt. Können aber die in milchiger, gallert- und breiartiger Form in größerer Tiefe in Felsmassen eingeschlossenen wässerigen Kiesel-, Kalk- und Schwererde-Massen, — welche in

freier Luft so ausnehmend schnell ihre Wasser fahren lassen und austrocknen (zum Theil „krystallisiren“), worüber Rastners Archiv XVII. H. 2. S. 1 eine so interessante Mittheilung macht, wohl etwas anders seyn, als etwa die nicht ganz vollständig gesäuerten Grundlagen jener Erden in Verbindung mit Wasser? Lassen doch Heidingers Beobachtungen über die, im Innern der Gesteinmassen und an der Atmosphäre in Folge elektrochemischer Wirkungen statt findenden Umänderungen gewisser Mineralkörper (Froberg's Notizen Nro. 2 und 3 des XXVI. Bandes), dieß einigermaßen zu! —

Aus diesem allen und der Erfahrung geht aber hervor, daß in der mäßigen Tiefe des Bodens von etwa 8 — 15 Zollen (nach Maaßgabe der Beschaffenheit des Erdreiches) das Gleichgewicht zwischen der Wirkung des Wassers und der atmosphärischen Luft auf die verschiedenen Bestandtheile des Bodens am vollkommensten hergestellt sey, und daß diese letztere nur hier sich als vollständige Dryhydrate herstellen und erhalten; und in dieser Form am günstigsten auf die Vegetation wirken.

- a) Dahin gehört unter andern auch eine, diesen Gegenstand berührende Rezension in dem 161sten Stück der Götting. gel. Anzeigen v. J. 1822, wo dem Eisenhydrate hauptsächlich die zementirende Kraft bei Gesteinbildungen zc. begelegt wird. Allein, worauf beruht alsdann das oft so leichte Verwittern, sobald dergleichen zementirten Gesteine besonnetet im Schatten an der Atmosphäre liegen? Fast scheint bei Drydul-, oder auch Drydul-Dryd-Hydraten (z. B. Hammerschlag) die Bindkraft, welche das Eisen gewöhnlich im Boden und bei Gesteinen äußert, — am größten zu seyn und hierauf größtentheils auch die größere Zähigkeit des Erdreichs im Untergrunde zu beruhen.
- b) Daß selbst der fetteste Leichschlamm, Holzerde, Torf zc., aus einiger Tiefe herauf gebracht, vornherein ungünstig auf die Vegetation wirkt und diese Eigenschaft erst nach einiger Zeit gegen die bessere vertauscht, ist bekannt.

## §. 48.

Noch pflegt der Untergrund, abgesehen von den bis dahin schon berührten Abweichungen, sehr häufig eine von der Ackerkrume und Dammerde völlig verschiedene mineralische Zusammensetzung und sonstige abweichende Beschaffenheit zu besitzen; welche zuweilen günstig, zuweilen ungünstig auf die Ackerkrume u. wirkt und im erstern Falle oft zu ihrer Verbesserung zu benutzen ist. Es gehören dahin die der letztern zum Unterlager dienenden Schichten von Mergel, Thon und Sand, Fels-Trümmer, Kiesel, und auch geschlossen dichte Lagen der Gebirgsmassen selbst, — welche sämmtlich die Ackerkrume und Dammerde bald der Oberfläche näher, bald entfernter, als in der Normaltiefe (oben §. 4) abgrenzen und die Wurzelverbreitung zuweilen ganz unterbrechen.

Zunächst gründet sich hierauf der Begriff von Flach- und Tiefgründigkeit, d. h. beide Bezeichnungen beziehen sich darauf, daß die Ackerkrume bis mehr oder weniger tief unter der Oberfläche ihre Beschaffenheit beibehält, oder aber durch fremdartige, und auch wohl für die Wurzeln ganz undurchdringliche Schichten, abgeschnitten wird. Deshalb drückt die Tiefgründigkeit der Ackerkrume nur alsdann eine günstige Eigenschaft aus, wenn sie selbst von guter Beschaffenheit ist; noch günstiger aber, wenn eine an sich, oder auch erst in der Vermengung mit der Ackerkrume, — noch fruchtbarere Erdschicht den Untergrund ausmacht und zu diesem Zwecke absichtlich heraufgebracht wird, z. B. Mergelschichten, Thonlager zu Vermengung mit dem oben aufliegenden Sande, und auch umgekehrt; wovon noch in der Folge gehandelt werden wird.

Sehr wesentlich unter allen Umständen ist noch die Eigenschaft des Untergrundes entweder 1) die Feuchtigkeit (Tagewasser) leicht aufzunehmen und bis in erhebliche Tiefe hin zwischen sich zu verbreiten oder zu vertheilen; oder 2) dieselbe zwar aufzufangen, jedoch nicht durch sich hindurch bringen zu lassen, sondern über sich anzustauen und 3) dem Tagewasser überhaupt einen äußerst schnellen Durchgang zu gestatten.

Das erstere gehört unter die äußerst günstigen Eigenschaften der tiefgründigen Lehmböden, indem dieselben alsdann die überflüssigen, bei starkem Regen in die Tiefe aufgenommenen Wasser, späterhin allmählig wieder nach oben hin verdünsten und so dem Innern der Ackerkrume, auch bei der größten Trockenheit von Außen, stets einen gewissen mäßigen Feuchtigkeitsgrad erhalten. Sehr nachtheilig wirken dagegen die andern, die Tagewasser nicht durchlassenden, entweder eisen sandhaltigen, oder thonigen und felsigen — Schichten des Untergrundes; indem sie Versumpfungen veranlassen, welchen theils gar nicht, theils nur sehr schwer — durch Abzugsgraben, Senkschächte u. zu begegnen ist. Der besondern Umstände, unter welchen der Trieb sand so sehr leicht zu undurchbringlichen, der Vegetation auf flachgründigem Boden sehr nachtheiligen, sandsteinartigen Massen sich verkittet, wird beim Sandboden ebenso noch weiter erwähnt werden, als der Eigenschaften der zähern Thonschichten — außer dem Wasser — auch die Luft nicht eindringen zu lassen, also von dieser Seite den Wurzeln ihre Verbreitung mehr dynamisch, als mechanisch, zu beschränken.

Viel weniger nachtheilig ist daher sogar ein flachgründiger Felsuntergrund, indem derselbe nicht bloß — nach Maassgabe der Richtung und Häufigkeit seiner Klüfte —



die Wurzeln theilweis in diese eindringen läßt, sondern auch die niederseigernden Wasser verfolgen theils diesen Weg, theils laufen sie leichter nach ein und der andern Seite hin davon ab, so daß eigentlich Versumpfung, in Folge von solchen — den Untergrund bildenden — Felschichten allein, bis dahin ganz bestimmt noch nicht haben nachgewiesen werden können; auch hat man sie namentlich nur bei quarzigen oder kieselartigen Felsarten unterstellt (Hausmann a. a. D. Seite 158), im Kalkgebirge aber (— wenn dasselbe nicht zufällig starke Thonlagen begleiten? —) noch gar nicht gefunden. Von anderwärts (Physiologie. S. 165) bekannt ist aber die große Neigung vieler Gewächsorten, ihre Wurzeln selbst bis tief in die feinsten Klüfte der Felsen hinein zu verlängern und so zu deren Zerklüftung und Verwitterung ein wesentliches beizutragen.

Beinah eben so nachtheilig, wie der undurchlassende Thongrund, ist der zu leicht Wasser, Luft und Wärme durch sich hinleitende Sand, Kies und Stein-Schuttboden, wie er oft in sehr großer Verbreitung (z. B. letzterer durch ganz Süddeutschland südöstlich der Donau; ersterer aber auf großen Strecken des nordöstlichen Deutschlands) vorkommt. Seine Trockenheit, — hauptsächlich die Folge, mehr seiner Zugänglichkeit für Luft und Wärme, als gerade des erleichterten tiefern Niedersinkens der Lauge, — nimmt in dem Verhältnisse ziemlich zu, als er zu Hügeln höher aufgehäuft und durchaus aus grobem Kies und Bruchstücken von Felsarten gemengt ist. Die ganz feinförnigen, oder doch nur sehr einzeln mit größerm Kies durchmengten Abänderungen, halten die Feuchtigkeit schon besser an, trocknen jedoch in höher über dem Wasserspiegel erhabenen Lagen dessen ohngeachtet leicht aus; wogegen sie in niedrigen, wenig über dem Wasser-

spiegel erhabenen Lagen in ihrer Tiefe wenigstens leicht stauendes Wasser besitzen und dieses allmählich nach oben hin verdunsten.

- a) Ein Lager von Triebland, oft kaum nur 12 Zolle mächtig, und ziemlich allgemein verbreitet über der Jura- und Muschelkalk-Formation des Leutoburger Waldes, giebt einen merkwürdigen Beleg für die Unterteufung einer schlechten Dammerde durch eine meist höchst fruchtbare Felsart. — Das Gegentheil, nämlich einen sehr dichten zähen und verhärteten Eisen-Thon (sog. „Bettelerde“) von vornherein sehr unfruchtbarer Eigenschaft, beschreibt Sprengel hin und wieder als Untergrund der sonst so reichen Marschboden im Lande Hadeln zc. in den *Möglin. Annal.* XXII. 1s und 2s. S. 1828. S. 414. — Offenbar ein viel Eisen oxydulhydrat haltiger Thon.
- b) Fels, dicht unter der Oberfläche, bewirkt im Sommer leicht eine sengende Dürre in der Bödenoberfläche und daher sichtbare abbleichende Dürrstellen durch Wiesen und Saatkelder hin. Hierauf mag auch der vom Sibillenloch an den schwäb. Alp. durch das Fels hin fortziehende Sengstreifen (Perenstreif?) beruhen. Vergl. *Hesperus* Nro. 135. J. 1822. (?)

### S. 39.

In formeller Beziehung endlich bestimmt der Untergrund, besonders so weit ihn das Felsengerippe unseres Erdkörpers unmittelbar herstellt, durch seine äußere Gestaltung zugleich auch die des über ihm gelagerten Kulturlandes, und jener wie dieses bildet daher bald völlig wagerechte, bald wellenförmige Ebenen, oder Mulden und Wölbungen, überhaupt Bergformen von den mannigfaltigsten Umrissen und bald sanfteren, bald stärker geneigten Einhängen, steilen Abstürzen zc. zc. — Durch die äußere Gestaltung und Lage der Ländereien wird die Wirkung der meteorischen Einflüsse auf dieselben sehr wesentlich verändert. Namentlich hängt von der

Richtung und dem Neigungsgrade jener Einhänge; 1) die Wirkung der verschiedenen Winde, so wie der Sonne auf die Erwärmung, Abkühlung und Austrocknung des Bodens ab; ebenso 2) die reichlichere, oder auch geringere Benetzung der Bodenflächen durch Regen; 3) der geringere oder begünstigtere Ablauf der Tagewasser, sowie 4) die damit meist in Verbindung stehenden Abschwemmungen des Erdreichs vom abschüssigen Untergrunde und 5) die stärkere Verdunstung dessen Feuchtigkeitsgehalts; endlich 6) aber auch die Fähigkeit desselben für die eine oder die andere Kulturart.

Ein größter Theil jener erstern Einflüsse der Einhänge kommt erst in der Klimatik in Betracht und es bleibt daher hier nur folgendes zu bemerken. Der Minderbetrag von Regen und Thau an etwas einhängigen Bergwänden ist nicht ganz unbedeutend und dazu kommt nun noch die merklich leichtere Verdunstung der Feuchtigkeit an denselben. Nur bei starken Ergießungen von Meteorwassern erfolgen Abschwemmungen, welchen man selbst durch höchst kostbare Terrassirungen nicht ganz vorzubeugen im Stande ist. Dagegen lassen sie sich nur durch eine ununterbrochene Bewaldung, so wie auch durch Rasenüberzug — selbst an Einhängen von 30 bis 40 ° Neigung schützen. Weiter als bis 40 ° und höchstens 45 ° Neigung ist kein Holzwuchs mehr möglich; der Holzanbau (hauptsächlich Fichten) durch Saaten ist am Harze nur bis 30 ° und höchstens 35 ° Neigung gut gelungen; schlechter war der Erfolg derselben bei 38 ° — 45 °, wogegen bei letzterer Neigung die Pflanzungen mit kleinen Stämmchen noch gut ausfielen.

Der Wieswuchs findet eigentlich nur bis 20 — 25 ° hinlängliche Feuchtigkeit, obschon (nach Maassgabe

von Lage und Boden) auch noch bis 35 und 45° Rasenüberzug sich erhält. Die Alpenweiden der Schweiz haben selten über 20° Neigung. Überhaupt hält man die Neigungen der Bergeinbänge nach dem Augenmaße für stärker, als sie es in Wirklichkeit sind. Kartoffelbau durch Bestellung mit der Hacke, bei 16—20° Neigung ist sehr allgemein, dagegen bei stärkeren Neigungen als 30° schon dem Verschwemmen unterworfen; und Ackerland läßt sich schon bei mehr als 15°—18° nicht mehr gut und ohne Gefahr vor Abschwemmungen bestellen.

- a) Aus Werners mineralogischen Schule ist eine sehr vollständige Theorie oder Terminologie über die äußere Gestaltung der Erdoberfläche (Plastik) hervorgegangen. Man vergl. unter and. Leonhard u. Propädeutik d. Mineralogie. Grzf. 1817. S. 142. Reiches Anleitung zur Geognosie. Wien 1821. S. 13. Neuerdings aber eine vorzügliche Abhandl. über die Hochgebirge von Martini in der *Hertsa*, Zeitschr. Jahrg. 1824.

Die ersten gründlichen Beobachtungen über die gewöhnlichen Neigungen des Kulturlandes verdanken wir Hausmann a. o. a. D. und weiterhin Mejer (Flußgebiet der Innerste. L. Göttingen 1822. S. 133—142.)

Benigen ökonomischen Effekt versprechen im Allgemeinen die Terrassirungen der Einbänge bei gewöhnlichem Ackerlande. Man vergl. Heusinger, die Terrass. der Berge u. Gotha (?) 1826.

---

## Zweiter Hauptabschnitt.

---

Von den verschiedenen Bodenklassen,  
ihren physikalisch-chemischen Eigenschaf-  
ten und ihrer Wirksamkeit auf die  
Vegetation.

S. 50.

Mit wenigen Ausnahmen ist der in der Natur vor-  
kommende Boden fast immer aus mehreren der früher im  
Einzelnen abgehandelten Bestandtheile zugleich zusammen-  
gesetzt, und diese Zusammengesetztheit in so fern auch für  
seine Fruchtbarkeit durchaus bedingt, als dadurch erst die  
in ihrer Einseitigkeit nur wenig, - oder sogar wohl nach-  
theilig wirkenden Eigenschaften jeter einfachen Bestands-  
theile gleichsam neutralisirt und anßerdem auch diejeni-  
gen Gegensätze hervorgerufen werden, von welchen die  
elektrochemische Thätigkeit des Erbreichs hauptsächlich ab-  
hängig ist. Von diesem Gesichtspunkte mögen dann auch  
die ältern Agronomen bei ihrem Grundsatz ausgegangen  
seyn, daß in einer einfachen Erde keine Vegetation mög-  
lich werde. Es wird sich in der Folge ergeben, daß diese  
Ansicht nur bedingt wahr ist.

Wir haben hier vorerst die in der freien Natur ge-  
wöhnlichen und nach ihrer chemischen Zusammensetzung  
geordneten Erdgemenge oder Bodenklassen, so wie

ihre nach jener sich ordnenden und abändernden physikalischen Eigenschaften und Wirksamkeit auf die Vegetation darzustellen, ehe wir im Stande sind, dieselbe auf gewisse Grundursachen und Gesetze zurück zu bringen (Gegenstand des III. Haupt-Abschnittes), von welchen aus die ganze Summe der hierhin gehörigen Gegenstände und praktischen Erfahrungen sich nur allein rein wissenschaftlich auffassen und wieder anwenden läßt. Und so soll die wissenschaftliche Forschung jederzeit eigentlich nach allen Seiten hin ausß einzelnste sich verbreiten, bloß um nachher die ganzen Summen der Erscheinungen und Beobachtungen in einem engeren Zusammenhang und leichtern Übersicht wieder zu vereinigen, und so auf einfache sichere Gesetze und Regeln für die Praxis zurück zu bringen.

### Physikalische Eigenschaften der Bodengemenge.

#### §. 51.

Die physikalischen Eigenschaften der Bodengemenge, die hier zu behandeln sind, beruhen zwar auf dem schon früher dargestellten Verhalten ihrer Einzelbestandtheile (oben §. 33 u.), jedoch erleidet dieses letztere in dergleichen zusammengesetzten Verbindungen mancherlei Eigenthümlichkeiten und Abänderungen, für welche bestimmte Begriffe und Bezeichnungen nöthig und selbst im gemeinen Leben herkömmlich geworden sind. Dieß ist namentlich in nachstehenden Beziehungen der Fall, nämlich:

- 1) hinsichtlich des Zusammenhangs des Bodens, oder seiner entweder schweren, oder mürben und leichten Beschaffenheit; ferner

- 2) hinsichtlich seines Feuchtigkeitsgrades, wonach er bald als ein sumpfiger, oder nasser, oder bloß feuchter, frischer, trockner und dürerer Boden — sich zeigt;
- 3) hinsichtlich seiner Erwärmungs-Fähigkeit, worauf hin man ihn bald kalt, oder warm und heiß — nennt;
- 4) hinsichtlich seiner dynamischen Wirksamkeit, wonach er in einen fetten, kräftigen oder starken, hüzigen, trägen und mageren — Boden sich abtheilt; endlich
- 5) hinsichtlich der Untermischung zufälliger Nebenbestandtheile, welche ihm bald eine salzige, bald saure, torfige, kiesige und steinige Beschaffenheit ertheilen.

Auf den Grund solcher einfachen und allgemein gültigen Bezeichnungen für die mannigfaltigen Beschaffenheiten des Bodens wird dessen Charakteristik sehr erleichtert. Zum Theil sind dieselben von Thaer (rat. Landw. II. 142—152) zuerst wissenschaftlich geordnet worden.

### §. 52.

Die Begriffe und Eigenschaften, welche den vorhergegangenen Beziehungen zum Grunde liegen, sind folgende:

- 1) Die größte Schwere, oder vielmehr das bedeutendste wirkliche Gewicht eines Bodens in nassem Zustande, gleichzeitig verbunden mit dem stärksten Zusammenhange (Zähigkeit oder Bindigkeit, Ungeschlachtheit) und Widerstande gegen die für seine Bearbeitung dienenden Instrumente, wird gewöhnlich durch seinen größern und größten

Thongehalt bewirkt (vergl. S. 21), doch vermehren denselben zuweilen gewisse Antheile von Eisenoxydhydrat in hohem Grade. Damit im grössten Gegensatze steht der leichteste Boden, wie ihn der feine und feinste Quarzsand (bis zum Flugsande hin) bildet. Zwischen beiden Extremen sind eine Menge Mittelstufen, — theils in Folge einer veränderlichen Mischung von Thon und Sand, theils durch Beimengungen noch anderer Bestandtheile (Eisen, Kalk u.) bis zum gemässigt lockern oder mürben Boden hin möglich, welcher eigentlich die Mittelstufe herstellt.

2) Durch „sumpfig“ bezeichnet man einen Boden, wenn das ganze Jahr hindurch stehende Wasser bis nahe unter dessen Oberfläche und noch über diese hinaus sich erhalten, folglich nur Wasser- und Sumpfgewächse darauf zu vegetiren im Stande sind. Indem nun die jährlich absterbenden Theile des letztern, sammt ihren tief niedergehenden Wurzeln, theils unter der Oberfläche des Wassers, theils unter vorwiegender Mitwirkung des letztern, bei nur mässigem Wärme- und Luftzutritt sehr langsam verwesen (S. 17), so häuft sich in solcher Weise in solchen Sumpfstellen immer mehr und mehr kohlige Substanz (Torf) und saurer Humus an. — Bleibt dagegen nur nach starken Regengüssen, Thauwetter, besonders im Frühjahr und Herbstes einiges Wasser über oder in der Oberfläche des Bodens stehen, ohne eine solche Torfsubstanz zu bilden, so nennt man ihn „naß“; allein sehr häufig geht ein solcher anfänglich bloss nasser Boden, wenn er mit Niedgräsern, Binsen, Wassermoosen u. sich zu überziehen Gelegenheit findet, im Verlaufe der Zeit in einen torfigen und sumpfigen Boden über.

Der nasse Boden bleibt meist auch in trockner Jahreszeit immer noch „feucht“ und giebt auf seiner Ober-



fläche den äußern Eindrücken leicht nach; wogegen man einen Boden überhaupt mäßig feucht oder „frisch“ nennen kann, auf dem niemals stehendes Wasser sich zeigt und welcher den größten Theil des Sommers hindurch in geringer Tiefe unter der Oberfläche (8—9 Zolle) so viele Feuchtigkeit enthält, um durch einen Druck im Innern der Hand sich zusammen zu ballen und nachher leicht wieder zu zerfallen. Für den größten Theil der Pflanzen ist dieser mäßige Feuchtigkeitsgrad gerade der allergünstigste. Läßt sich ein Boden unter jenen Umständen während des Sommers nur selten einmal ballen, so gehört ihm das Prädikat „trocken“, weiterhin aber „dürre“ (oder bis zum Stäuben trocken), wenn er schon kurze Zeit nach jedem Regen ohne Feuchtigkeitsspuren staubartig zerfällt. — Manchmal kann ein Boden zu gleicher Zeit oben trocken, weiterhin frisch und zu unterst feucht seyn. Auf seinen Trockenheitsgrad wirken — außer der Zusammensetzung desselben, auch die abschüssige, sonnige und windige Lage noch mit.

3) Die Bezeichnung „kalt“ kommt dem Boden zu, wenn er in Folge eines starken Thongehaltes größtentheils naß, feucht und — sowohl der ununterbrochenen Wasserverdunstung, als auch der mangelnden Lockerheit wegen — einer leichten Erwärmung aus der Atmosphäre nicht fähig ist, und zwar weder mittelbar durch Wärmeleitung, noch unmittelbar durch Wärmeeinsaugung bei freieinfallendem Sonnenlichte und dunkler Färbung. Ihm gerade entgegen gesetzt verhält sich der sehr leichte, trockne und dürre Boden, indem er gern über Verhältniß seines Feuchtigkeitsgehaltes sich erwärmt oder „heiß“ wird, und alsdann die meisten ihn bewohnenden Gewächse, besonders wenn sie sich nicht dicht und hoch über ihm zusammenschließen, abwelken und verbürren läßt. Zwischen

beiden Extremen von kalt und heiß steht der „warme“ Boden, als Folge seines gemäßigten Feuchtigkeits- und Lockerheitsgrades, zuweilen auch wohl seiner dunklen Färbung.

4) Durch „fett“ bezeichnet man den hervorstechenden Reichthum eines Bodens an humosem Stoffe, wenn er zugleich feucht, locker und warm genug ist für die üppigste Vegetation; z. B. alle übervollständig gedüngten Ackerländer; die Neurode in sehr humusreichem Waldboden; den kohligen Schlammgrund von abgetrockneten Teichen und Seen, oder auch in den Niederungen zunächst der Ströme und Meere (Marschboden). Das Prädikat „kräftig“ kommt einem jeden Boden zu, welcher schon in Folge seiner mineralischen Zusammensetzung eine hohe dynamische Wirksamkeit äußert (oben S. 43), folglich ohne weiteres leicht einen dichten Überzug von wilden Gewächsen erlangt und auch mit kleinern Beimengungen von Humus schon eine über Verhältniß reiche vegetabilische Produktionskraft äußert. Der Ausdruck „hitzig“ dagegen bezieht sich auf einen jeden Boden (Sand, Kalk), welcher in Folge seiner großen Lockerheit oder sonstigen Eigenschaften und Beimengungen (Salze) ungewöhnlich schnell auf die Zersetzung der Düngstoffe wirkt, also bei hinreichender Feuchtigkeit zwar ein äußerst lebhaftes Aufstreben der Vegetation bewirkt, bei trockner Witterung aber dieselbe leicht überreißt, und außerdem immer bald seine Düngstoffe erschöpft. — Dem kräftigen und hitzigen entgegen steht der „träge“ Boden, welcher entweder in Folge seiner mineralischen Zusammensetzung, oder seiner Zähigkeit und Bindigkeit wenige dynamische Thätigkeiten äußert, und welchen man vom „mageren“ Boden dadurch unterscheidet, daß dieser in seiner Wirksamkeit gänzlich von einer Düngung oder Humus-Beimengung abhängig ist.

fläche den äußern Eindrücken leicht nach; wogegen man einen Boden überhaupt mäßig feucht oder „frisch“ nennen kann, auf dem niemals stehendes Wasser sich zeigt und welcher den größten Theil des Sommers hindurch in geringer Tiefe unter der Oberfläche (6—9 Zolle) so viele Feuchtigkeit enthält, um durch einen Druck im Innern der Hand sich zusammen zu ballen und nachher leicht wieder zu zerfallen. Für den größten Theil der Pflanzen ist dieser mäßige Feuchtigkeitsgrad gerade der allergünstigste. Läßt sich ein Boden unter jenen Umständen während des Sommers nur selten einmal ballen, so gehört ihm das Prädikat „trocken“, weiterhin aber „dürre“ (oder bis zum Stäuben trocken), wenn er schon kurze Zeit nach jedem Regen ohne Feuchtigkeitsspuren staubartig zerfällt. — Manchmal kann ein Boden zu gleicher Zeit oben trocken, weiterhin frisch und zu unterst feucht seyn. Auf seinen Trockenheitsgrad wirken — außer der Zusammensetzung desselben, auch die abschüssige, sonnige und windige Lage noch mit.

3) Die Bezeichnung „kalt“ kommt dem Boden zu, wenn er in Folge eines starken Thongehaltes größtentheils naß, feucht und — sowohl der ununterbrochenen Wasserverdunstung, als auch der mangelnden Lockerheit wegen — einer leichten Erwärmung aus der Atmosphäre nicht fähig ist, und zwar weder mittelbar durch Wärmeleitung, noch unmittelbar durch Wärmeeinsaugung bei frei einfallendem Sonnenlichte und dunkler Färbung. Ihm gerade entgegen gesetzt verhält sich der sehr leichte, trockne und dürre Boden, indem er gern über Verhältniß seines Feuchtigkeitsgehaltes sich erwärmt oder „heiß“ wird, und alsdann die meisten ihn bewohnenden Gewächse, besonders wenn sie sich nicht dicht und hoch über ihm zusammenschließen, abwelken und verdürren läßt. Zwischen

herbestandtheile, nämlich des Thones, Lehmes und Sandes; bei den drei folgenden Klassen reichen — ohne Rücksicht auf alle übrigen — schon über zehn Prozent des hervorstechend wirkenden freien und also durch einfache chemische Operation ausziehbaren oder abzusondernden Näherbestandtheils zur Charakteristik des Ganzen hin; bei dem Humusboden aber schon zwei bis fünf Procente vollkommener in kohlensauren Alkalien auflöslicher und abscheidbarer Humus; indem der Humus schon im geringern Betrage jeden Einfluß der übrigen Bestandtheile fast gänzlich neutralisirt.

Jede jener Klassen beinah zerfällt wieder in mehrere Gattungen und Unterarten, welche man theils durch Besondernamen, theils durch Beiworte passend zu bezeichnen sucht. So wird z. B. ein Thonboden durch die Beiworte „eisenhaltiger-kalkiger“ Thonboden in allen Fällen charakterisirt, wo sein freier Eisen- und Kalkgehalt — ohne zehn Prozent zu erreichen — sich im Gemenge und in der Wirkung vorzüglich bemerklich macht. Es kann eine Bodengattung auch wohl durch zwei in der Wirkung und jener Menge gleichzeitig hervorstechende Näherbestandtheile charakterisirt und darnach auch benannt werden, z. B. Kalk-Kalkboden, Kalk-Eisenboden, wenn Kalk und Eisen für sich jeder über zehn Prozent betragen; und nun ist auch wohl noch ein drittes Prädikat zulässig, z. B. „humoser Kalk-Kalkboden“, wenn dem charakterisirenden Hauptbestandtheil auch noch ein zwar untergeordneter, aber dennoch sehr bemerklicher Antheil Humus beigemengt ist. — Demnach kommt die Bezeichnung „untergeordnet“ bald dem der Qualität, bald dem der Quantität nach zurück stehendem Bestandtheile zu.

Es kommen bei dieser Anordnung also die Näherbestandtheile des Bodens genau nach dem Zustande in

Betracht, nach welchem sie schon oben in andern Beziehungen dargestellt worden sind und wie der weitere Vortritt sie durch chemisch-mechanische Vorkehrungen zu trennen — lehren wird. Man hat also die Näherbestandtheile niemals mit den entfernteren oder mit der chemischen Elementar-Zusammensetzung zu verwechseln. Übrigens ist in der chemischen Prüfung des aus den mannigfaltigen Gebirgsarten hervorgehenden Erdreichs noch so wenig geschehen, daß in der Folge in jener Anordnung noch Manches zu verbessern seyn wird.

- a) Anderwärts hat man die Bodentklassen auch wohl anders und namentlich nach den örtlich gewöhnlichen Bezeichnungen, z. B. als Weizen-, Roggen-, Gerste-Boden etc. Sie sind vornherein weder allgemein gültig und wissenschaftlich, noch aber für andere Produktionszweige als Getreidebau anwendbar. — Auch hat man sie wohl nach der Substanz und Gefüge der Felsarten und nach der Verwitterungsweise derselben in Klassen geordnet.
- b) Der Mangel an brauchbaren Analysen ist hier in Bezug auf Klassifikation des Bodens und Nachweisung seiner geognostischen Abstammung noch sehr fühlbar und es wird also auf den Grund derselben noch manche Verbesserung späterhin zu erwarten seyn.

#### §. 54.

Im Sandboden macht der Quarzsand von feinerem und gröberem Korne zuweilen den alleinigen, gewöhnlich aber den erheblich vorwiegenden — Bestandtheil aus. In Folge seiner leichten Durchdringlichkeit für Wasser, Luft und Wärme ist der Sandboden in dem Verhältnisse, worin er einerseits mehr oder weniger Thon und andere bindende Theile enthält, andernseits aber entweder in tiefern wasserreichern Lagen und Klimaten, oder aber in Hügelu, auf bedeutenden Erhöhungen etc. vorkommt, auch um so weniger und mehr leicht, trocken,

dürre, heiß, hitzig und mager und durch diese Eigenschaften unter allen Umständen ausgezeichnet; folglich in den heißern Klimaten völlig unfruchtbar, wogegen er in den kältern und Thau- und regenreichern Erdstrichen in jenen ungünstigen Eigenschaften sich sehr ermäßigt und sogar vortheilhaft umgestaltet.

Außerdem ist auch eine ununterbrochen erhaltene Bewaldung in gemäßigten Klimaten und in nicht zu hoch über dem Wasserspiegel sich erhebenden Lagen geeignet, seine zu starke Ausdörrung zu ermäßigen und ihn fruchtbarer zu machen. Besonders trägt eine seinen Untergrund unterteufende stagnirende Feuchtigkeit in der Nähe von Gewässern viel zu seiner Befeuchtung durch aufsteigende Dünste und Thanniederschläge bei.

Das beim Sandboden erleichterte tiefe Eindringen von Luft und Wärme wirkt nicht bloß auf eine schnelle Zersetzung des ihm beigemengten Düngers und Humus, so wie auf eine sonst ungewöhnlich zahlreich sich verzweigende und tief eindringende Bewurzelung der Gewächse, sondern veranlaßt zugleich auch im Wesentlichen die äußerst leichte Austrocknung seines Feuchtigkeitsgehaltes, welche man meist dem begünstigten Niederseigern der Tagewasser in die Tiefe zuzuschreiben pflegt.

Alle Substanzen, welche dem leichtesten Sandboden mehr Bindigkeit verleihen, tragen zur Erhöhung seiner Fruchtbarkeit merklich bei und oft können schon gering scheinende Beimischungen in dieser Hinsicht von sehr auffallender Wirkung seyn. Thon gehört immer unter die geeignetesten Beimengungen, da derselbe dauernde günstige Wirkungen äußert. Kalk und Eisen dagegen tragen schon in geringer Menge zwar zur Bindung des Sandbodens sichtlich bei, allein ohne gleichzeitige Mitwirkung

von Thon oder hinlänglicher Feuchtigkeit erhöht ersterer die hitzige Eigenschaft des Sandes noch mehr, während das Eisen entweder sehr bald in ein wasserfreieres der Vegetation ungünstiges Dryd sich umwandelt, oder unter gewissen Umständen noch ungünstigere Eigenschaft (wovon in der Folge) annimmt.

Von bindendem und befeuchtendem Einflusse zugleich ist zwar der Humus, allein nicht dauernd und auch nur so lange, als derselbe mit dem Maße von vorhandener Feuchtigkeit in richtigem Verhältnisse bleibt, also über letzteres nicht hinübergeht und alsdann die Vegetation überreizt. Dieses ist jedoch nicht sowohl bei der sich stets dicht schließenden Rasen- und Waldvegetation, als hauptsächlich bei Ackerländereien der Fall, welche sehr häufig nach einander aufgelockert bestellt und abgeerntet werden, wogegen das stets unterhaltene Wurzelgestechte des Grasses und des Waldes den Boden binden und feucht erhalten hilft, und ihn so gegen die außerdem so leicht eintretende gänzliche Ausdörrung und Verwehung schützt.

Anmerk. Man findet ziemlich groben körnigen Sand durch Humustheile (Humussaures Eisen und Mangan?) so dauernd schwarz gefärbt, daß derselbe sich selbst durch Alkalien und Säuren nicht vollständig davon wieder befreien läßt. Auch Kalk und Eisenoxyd hängen demselben sehr fest oberflächlich an.

Da die Wurzeln der Gewächse in den Sandboden viel tiefer einzubringen pflegen und auch mehr niedergehen müssen, wie in jeden andern, um hinlängliche Feuchtigkeit anziehen zu können, so bedarf die Vegetation auf erstem auch die größte Tiefgründigkeit, und findet dieselbe gewöhnlich in den lockersten und mächtigsten Triebsandlagern der Niederungen und des Hügellandes auch am leichtesten, während der Sandboden der Gebirge zuweilen sehr nahe unter der Oberfläche schon vom festen Fels abge-

schnitten wird. Doch verkittet sich unter gewissen Umständen auch jeder ziemlich reine und lockere körnige Triebsand in gewisser Tiefe entweder bis zur Undurchbringlichkeit für Wasser und Luft, oder er nimmt wenigstens den Zusammenhalt von Steinmassen mehr oder weniger an.

Das erstere ist besonders dem feinsten Kalk- und eisenhaltigen Sande (der Molasse-Lagerung angehörig) in feuchten nassen Niederungen eigenthümlich; anderwärts aber auch dem grobkörnigen kalkfreien Sande, sobald sich solche Wasser in ihn niederseigern oder ansammeln, welche von verwesenden Pflanzenstoffen der Torflager u. u. her humus-saures Eisen zuführen. Es bildet sich alsdann das durch phosphor-saures Eisen, Eisenorydhydrat und feine Thontheilchen verkittete Sand-Konglomerat, was unter dem Namen „Ortstein“ und „Raseneisen“ bekannt ist. Während jene erstere Verkittung des Sandes nur der Wurzelverbreitung Grenzen setzt und Versumpfungem ebenso wie sonst jede Thonschicht veranlaßt, äußert der Ortstein auf alle bis zu ihm niedergehende Wurzeln, namentlich der Holzarten, so entschieden nachtheilige Wirkungen, daß die Gewächse kümmerlich werden und absterben; also bis zu einem höhern Alter daselbst anders nicht gebracht werden können, ehe man diese Ortsteinschichten vorher ausgebrochen hat.

Anmerk. Die besondern Verkittungen von mächtigen Sandlagern an der Küste des Meeres zu festem Sandsteine (Meeresandstein) deren unter andern B a d e n e l l (Grundriß d. Geognosie u. übers. von Hartmann. Berlin 1830. S. 17 und 337) aus England erwähnt, scheinen hauptsächlich durch ein Kalk- und Eisenorydhydrat führendes Wasser veranlaßt. Auf ähnliche Weise verbindet sich im Laufe der Zeit der erdige Auswurf (Asche) der Vulkane zur festen Masse. Zu mancher Ortsteinbildung scheint der Humus der Heide und gewisser kryptogamischer Gewächse



viel beizutragen. — Zuweilen findet man den Sand nicht entfernt unterhalb der Sohle von Miststätten, Sümpfen u. ganz trocken (Thaer. Annal. XXIV. 18 St. 1829. S. 78).

Der Sandboden ist seinem Thongehalte nach ziemlich in umgekehrten Verhältnissen zusammengesetzt und zwar nach folgenden drei Abtheilungen (Gattungen).

A) Lehmiger Sandboden, aus 10 bis 20 Prozent reinem Thon oder Lehm, außerdem aber vorwiegend aus Sand und von den andern Bestandtheilen unter 10 Prozent gemengt;

B) gemeiner Sandboden, welcher ebenso 5 — 10 Prozent Thon oder Lehm und die andern Bestandtheile, und

C) leichter Sandboden, der 0 bis 5 Prozent reinen Thon u. — enthält.

Unter den verschiedenen Abänderungen des (körnigen und staubig-feinsandigen; weißen, gelblichen, bräunlichen und schwärzlichen) Sandbodens, ist der deutlich körnige und der lehmige, gleichzeitig mit gröberm Kies und Steingeshieben gemengte, — der fruchtbarste; und namentlich hält man für den Ackerbau insbesondere den grobkörnigen, mit Kies u., und über 10 Prozent Lehm versehenen Sandboden für den angemessensten. Weniger schätzt man im Allgemeinen den feinsandigen oder staubartigsten, sowohl für sich rein und mit wenigem (3 — 4 Prozent) Lehm (Flugsand); als selbst in Verbindung mit feinem weißen Thon, da er im letztern Falle kalt, mager und wasserhaltig bis zum Versinken der Thiere im Frühjahr u. sich zeigt (Bönningshausen in den Mögliner Annal. v. Thaer, Jahrg. 1820; und Rörte im Jahrg. 1829, 18 Stück, XXIV.

Bd.). Ebenso wenig günstig ist die Vegetation im Ganzen, besonders aber dem Ackerlande, der trockne, hitzige und magerer kalkige Sandboden, wie einige Gebirgsformationen ihn liefern.

Die Vegetation des Sandbodens überhaupt besitzt durch's Ganze hin nur wenige Mannigfaltigkeit und ist zugleich ziemlich in demselben Maaßstabe dürftig, als er von trockner Zusammensetzung und Lage, so wie auch ärmer an Humus ist. Besonders bezeichnend dafür sind mehrere kryptogomische Gewächse, Gräser *ic.*, außerdem unter Holzpflanzen besonders die Familie der Heiden (*Erica*; *Vaccinium*; *Myrica* *ic.*), Ginster, Pfrieme, Hülse; so wie die Kiefern, Birken, mehrere Weiden, Pappeln, Eichen (Man vergl. den vierten Abschnitt).

Wie übrigens alle trocknen, mäßig fruchtbaren und warmen Bodengattungen die Feldgewächse *ic.* früher zum Blühen und Reifen bringen, so ist dieß unter einerlei Umständen auch beim Sandboden der Fall, besonders in Vergleich gegen die schwereren Thon- und Lehmboden.

Es geht der Sandboden überhaupt vorzüglich aus folgenden Gebirgsformationen hervor:

1) Aus dem Glimmerschiefer zum Theil, und zwar gewöhnlich ein feinsandiger, mehr oder weniger lehmiger Sandboden.

2) Ebenso liefert die körnige Abänderung der Grauwacke einen verschiedentlich bald leichtern, bald lehmigern Sandboden von abweichendem Korne; der feinsandigste, mit Steintrümmern gemengte lehmige Sandboden aber geht aus dem dieser Formation angehörigen lagerhaften körnigen Quarze und Quarzschiefer hervor.

3) Den erheblichsten allgemeinsten Theil alles Sandbodens aber liefern die mit wenigem und mäßigem Bindemittel versehene Lager der mannigfaltigen Sandsteinformationen, während die mit reicherm Bindemittel, so wie die allerfeinkörnigsten — einen Lehm Boden bilden. — Zwischen dem Boden der einzelnen Formationen finden nun folgende Abweichungen statt:

- a) Die allergrobförnigsten, sandig-kieseligen und mit noch größeren Geschieben vermengten Erdmassen gehen aus den kieseligen und kalkigen Brekzien oder Raggelfluh-Bildungen hervor, und zuweilen nehmen besonders die Kalk-Geschiebe, mit Kies und nur wenigem grobem oder feinem Sande gemengt (Gebirgsschutt), große Länder-Strecken ein, z. B. im südlichen Deutschlande. Sie sind (besonders die kalkigen) dem Ackerbaue nicht günstig, noch weniger aber dem Wieswachse, und gewähren auch nur einen sehr mittelmäßigen Waldboden. Weniger grobkieselig, fast ganz frei von Geschieben und mit einem hochbraunrothen Eisenthon gemengt, ist der aus dem verwitternden gröberm Todtliegenden hervorgehende Boden und in allen Beziehungen viel fruchtbarer als jenes Schuttland und selbst als viele aus den feinkörnigen Sandsteinen abstammenden Bodenarten. Auch im tertiären Gebiete kommt ein solcher mehr fruchtbarer brauner Lehm Boden mit zahlreichen abgerundeten kleinen Quarzkiesel und Geschieben vor.
- b) Der lehmige und gemeine Sandboden nimmt seinen Ursprung ziemlich allgemein aus den mittel- und feinkörnigen Abänderungen aller Sandsteine mit wenigem lehmigen Bindemittel.
- c) Den reinsten (thonfreiesten), bald grobförnigen, bald mittel- und feinkörnigen Sandboden liefert

theils die Verwitterung jedes sehr deutlich körnig-quarzigen Sandsteins aller Formationen (gewöhnlich die obersten Glieder), insbesondere die jüngsten Formationen vom Quadersandstein an, welcher — so weit er nicht durch Lehm Massen hergestellt wird (vergl. „Lehmboden“) — insbesondere häufig in einen sehr feinkörnigen Sand zerfällt. Hierher gehören denn auch die, ursprünglich gar nicht zusammenhängend gewesen und auch nicht angeschwemmt gewordenen — höchst mächtigen und verbreiteten Lager von tertiärem Trieb Sande, welche in allen Welttheilen sehr große Länderstrecken (Sandwüsten) in den Niederungen, selten auch auf Vorbergen, einnehmen, und nur hin und wieder versteinertes Holz einschließen. Theils das Unversehrte am letztern, theils am Krystallkorne des Sandes, so wie auch dessen Vorkommen selbst, sprechen für die Entstehung desselben auf der Stelle; auch finden schwache Lager von Trieb Sand sich zwischen andern Sandstein- (und Kalk-) Massen eingelagert. Gewöhnlich werden jene große Trieb Sandlager der Alluvial-Formation ohne Grund beigezählt.

- d) Ein für sich sehr wenig tauglicher Kalk Sandboden geht namentlich aus der Verwitterung eines Theils des Green- und Iron Sandsteins, aus den feinkörnigen Molassen und Diluvial- (Süßwasser-) Sandsteinen hervor; auch finden sich dergleichen schwache Zwischenlager von Sandkalk- und Kalk Sand anderwärts, z. B. in der Keuperformation.

4) Endlich möchten der Alluvial-Formation nur wenige und beschränkte Flächen von Sandboden zunächst der Meeresküste und in Strom-Niederungen wirklich

angehören und dieselbe sich schon durch ihre wenig mächtigen, wellenförmigen und mit Thon u. wechselnden Lagerungen sich gegen die oben angeführten bemerklich machen.

**Anmerk.** Wir hielten eine solche summarische Nachweisung des Ursprunges der Bodengattungen in der Bodenkunde selbst für zweckmäßig, ohngeachtet die spezielleren Nachweisungen, so wie besonders auf chemische Analysen sich gründenden Beschreibungen aller im Gebirgslande vorkommenden Abänderungen des Bodens und ihre eigenthümlichen Vegetations-Verhältnisse erst in einem nachfolgenden Theile (Land- und forstw. Gebirgskunde) werden abgehandelt werden.

Da in jeder Gebirgs-Formation Glieder von sehr abweichender chemischer Zusammensetzung sich vereinigen, so fallen dieselben auch mehreren Bodenklassen gleichzeitig zu, oder vielmehr jene Lager vereinzelt verschiebenen von den letztern. — Es sind jedoch auch nicht alle zusammenhangslose Erdmassen durch Verwitterung von festem Gestein, sondern viele ursprünglich schon erbig — gebildet worden, und namentlich gehören mächtige Lager von Sand, Thon, Lehm, zum Theil auch von Kalk, Mergel u. hierher. Manche Feldarten werden von Lagern solcher Erdmassen begleitet, deren Ursprung schwer abzu- sehen ist.

Ein Boden besitzt oft ganz andere Eigenschaften für die stets mehr feucht und dicht geschlossen gehaltenen Rasen- und Waldbestände, als für Gärten und Ackerland; auch das tiefere oder flachere Wurzeleindringen bewirkt hierin Abänderung.

### §. 55.

Der Thonboden bildet in allen Eigenschaften den strengsten Gegensatz mit dem Sandboden. Er wird durch seinen übermäßig (zu einseitig) vorwiegenden Gehalt an Thon bezeichnet, welchem — außer andern untergeordneten Bestandtheilen — gewöhnlich noch eine veränderliche Menge vom feinsten freien Staubbiesel so beigemengt zu

seyn pflegt, daß beide durch sorgfältiges Schlemmen leicht von einander getrennt werden können.

Es wurde schon oben (S. 21) bemerkt, wie selbst der reinste Thon in dem Verhältnisse, als darin Kiesel-erde und Thonerde in veränderlichem Betrage chemisch zusammen verbunden sind, auch einen abweichenden Grad von Zähigkeit und Schlüpfrigkeit besitzt. Dieser nun wird einigermaßen durch jene mechanische Beimengung von Staubs- kiesel modifizirt und zwar vermindert, jedoch um so we- niger, je feiner der letztere ist. Beinahe tragen die andern untergeordneten Bestandtheile, besonders der Kalk, was- serfreies Eisenoxyd, Humus ic. bei gleichzeitiger fleißigen Bearbeitung, mehr dazu bei, jene übergroße Zähigkeit oder steife Bindigkeit des Thonbodens, so wie seine damit in Verbindung stehende große Wasserhaltigkeit, Trägheit und Kälte zu vermindern, welche besonders für die ge- mäßigten und kalten Klimate von ungünstigem Einflusse sind, dagegen gerade umgekehrt ihm gewisse anerkannte Vorzüge für die heißen Klimate ertheilen. Doch hat er immer das Nachtheilige, oberflächlich an der Sonne und Luft mit einer harten dichten Kruste zu überziehen, wel- che nur theilweis in starken Sprüngen aufreißt, außer- dem aber den Regen abfließen und keine Luft in die Tiefe bringen läßt.

Jene ungünstigen Eigenschaften des Thonbodens wer- den durch eine ebene, den leichten Wasserablauf verhin- dernde Lage und durch einen den Boden dicht überfüllenden Überzug von Gräsern, Wassermoosen ic. sehr erhöht, indem letztere die Ausdünstung des Bodens sichtlich ver- mindern und eine weiter fortschreitende Versumpfung ein- leiten. Auf demselben natürlichen Wege vermindert wer- den dagegen jene ungünstige Eigenschaften durch abhän- gige, warme und trockne Lagen, so wie durch eine dichte

hohe Bewaldung, welche jedem andern Überzug des Bodens von kleinen Gewächsen entgegen wirkt, ihn folglich für die Ausdünstung offen erhält, mit starken Wurzeln und Laubabfällen u. theilweis durchmengt und selbst sehr viele Feuchtigkeit in ihren Habitus aufnimmt und sie in die Atmosphäre ausdünstet; endlich aber sogar auch durch ihren dichten hohen Schirm wirklich weniger Regen und Thau an den Boden gelangen läßt.

Künstlich läßt sich, der Thonboden lockerer, also für Wärme und Luft zugänglicher — machen, durch Beimengungen von gröberem Sande, Kalk, Ries, Bauschutt und durch ein periodisches Brennen. Doch gehören von erstern Materialien ansehnliche Mengen für einige Wirkung, besonders wenn sie nicht auf geringe Tiefen beschränkt werden soll; wogegen das Brennen, was die Erweichbarkeit des Thones ganz oder größtentheils aufhebt, vielen und wohlfeilen Brennstoff bedingt.

Der Bindigkeit des Untergrundes aber, welche durch den Druck des Pflughauptes bei Ackerland im Laufe der Zeit noch vermehrt wird, ist am schwierigsten abzuheffen. Übrigens zerfällt sich und wirkt der Humus oder der Dünger im Thonboden nur äußerst langsam und erst bei einem mehrfachen erheblicheren Vorrathe, als im Sandboden; weshalb es Regel ist, den Sandboden viel öfterer, aber schwächer — zu düngen, den Thonboden dagegen seltner und stärker; auch läßt ersterer stets vollständiger, der andere niemals ganz bis auf die letzten Reste von Düngkraft sich abbauen.

Trennt man den Thonboden vom Leimboden auf den Grund seiner abweichenden geognostischen Abstammung, Vorkommen und nach manchen andern Eigenschaften, so stellt er das Extrem von Bindigkeit unter allen Abänderungen  
Hundeshagen's Bodenkunde.

gen der thonhaltigen Bodengattungen dar, und kann alsdann A) in den strengen und B) gemeinen Thonboden eingetheilt werden.

Zum strengen Thonboden läßt sich alsdann derjenige zählen, welcher zwischen 75 und 90 Prozent (Gewichtstheile) abschwemmbarer Thon, außerdem aber nur feinen Sand und sonst keinen untergeordneten Bestandtheil bis zu dem Betrage von 5 und 10 Prozent enthält; zum gemeinen Thonboden würden, unter denselben Verhältnissen, alsdann 65 bis 75 Prozent Thon den Maaßstab abgeben.

Diese Abtheilungen oder Gattungen von Thonboden, — zugleich charakterisirt durch schmutzig weiße und graue, bis zum schwarzgrauen übergehende Farben, — besitzen hauptsächlich folgende geognostische Abstammung, und zwar der Altersfolge der Gebirgsarten nach geordnet:

1) Die feinkörnigsten, oder vielmehr dichten thonhaltigen Abänderungen der gemeinen Grauwacke und des Grauwackenschiefers liefern einen oft sehr weit verbreiteten Thonboden, und es repräsentirt diese Abänderung gleichsam die in den übrigen Trümmergesteinen gesonderten Lager von Schieferthon.

2) Sehr mächtige Thonlager gehen aus dem Schieferthone des Kohlen sandsteins (ältesten Flötzsandstein) hervor, die zuweilen zwar sehr bituminös und mergelig (kalkhaltig) sind, und alsdann einen fruchtbaren günstigen Thonboden bilden, — gewöhnlich aber doch eine sehr schwere und zähe Beschaffenheit und auch wohl keinen solchen Kalkgehalt besitzen. Sie geben nicht selten zu großen Strecken von nassen und sumpfigen Boden Anlaß.



3) Nicht weniger tragen die Zwischenlager von Schieferthon, welche den ältesten Flözkalke (Alpenkalkstein, Zechstein etc.) hin und wieder durchsetzen, und namentlich den Gyps und das Steinsalz begleiten (Salzthon; Hallerde) zur Bildung von Thonboden bei, die theilweis ebenfalls bituminös und durch einen Salz- und Kalkgehalt ziemlich fruchtbar sind.

4) Eine zuweilen sehr mächtige und weit verbreitete Lagerung von grauem Thon überdeckt (als oberstes Glied) sehr häufig die Formation des bunten Sandsteins da, wo dieselbe statt dessen nicht mit buntem, mergeligem Schieferthone schließt. Auch diese Thonlager sind zum Theil kalkhaltig und durch andere Einmengungen ziemlich fruchtbar, dennoch aber veranlassen dieselben — auf den weiten Gebirgsebenen (Plateaux) dieser Formation abgelagert — gewöhnlich sehr starke Versumpfungen des Bodens oder wenigstens zu sehr nasse kalte Ländereien. Nur selten eignet sich dieser Thon zu Töpferarbeiten.

5) Von geringer Erheblichkeit sind die hin und wieder einen Thonboden herstellenden Lager von grauem und stark bituminösen Schieferthon des Keuper Sandsteins, zuweilen den dieser Formation eigenthümlichen Gyps begleitend. Zuweilen ist dieser Boden sandig-thonig und sehr dunkel schwärzlich-grau gefärbt, ohne deshalb sonderliche Fruchtbarkeit zu zeigen.

6) Sehr mächtige Schieferthonlager von grauer und schwärzlicher Farbe wechseln mit den Kalksteinschichten in der Formation des Gryphitenkalles ab, und bilden hier in weiter Verbreitung einen Thonboden von sehr mannigfaltiger Beschaffenheit. Sand, Kalk und Eisenoxydhydrat (dieses letztere zuweilen sehr zahlreich in nie-

renförmigen Anhäufungen) sind demselben zuweilen in anscheinlichem Betrage beigemengt und er gewinnt dadurch sichtlich an Fruchtbarkeit, ohngeachtet er immer schwerer und in ebenen Lagen zum Versumpfen geneigt bleibt.

7) Ebenso mächtige und weit verbreitete Thonlager machen ein wesentliches Glied der tertiären Sandsteine aus (A. v. Humboldt's Töpferthon und Sandstein mit Braunkohlen). Sie führen in der Regel den reinsten oder feinsten Thon (Pfeifen- und Töpferthon); hin und wieder auch gelben und braunrothen Eisenthon und sehr bituminösen Letten; zunächst des sich demselben anlagernden und damit auch wechsellagernden weißen feinen Streusandes aber, nimmt der Thon von diesem Lettern mehr und weniger ins Gemenge auf, ohne dadurch an Qualität für die Vegetation zu gewinnen. Letztere überhaupt wird auf diesem meist sehr zähen und kalkarmen Thone wenig begünstigt; wenigstens mangelt ihm dieser merkliche Kalkgehalt vorzugsweis in den kieseligen tertiären Lagerungen, wogegen derselbe in den kalkigen (Kalknagelfluhe; Molasse etc.) vielleicht häufiger vorkommt.

8) Auch den tertiären Kalkstein (Grobkalk) pflegen zuweilen bituminöse, Braunkohlenstücke und Gyps einschließende Thonlager zu unterteufen, oder auch wohl stellenweis zu durchsetzen. Wahrscheinlich besitzen diese einen merklichen Kalkgehalt und treten zuweilen wohl als Mergel auf.

9) Die jüngste unter allen Thonarten ist endlich der Thon der Alluvial-Lagerungen und wahrscheinlich von so sehr verschiedener zufälliger Abstammung, als er abweichende Beschaffenheiten besitzt. Er gehört eigentlich nur den Strom- und Küstengebieten an, jedoch hat man bis dahin, wo der örtliche selbstständige Ursprung der

tertiären Formationen noch nicht ganz erkannt und von einer Alluvialbildung getrennt war, sehr häufig die eine mit der andern verwechselt.

Mit Ausnahme des tertiären Thones (oben No. 7), der fast allgemein ursprünglich schon völlig aufgelöst und formbar vorkommt, bilden sich die übrigen erst durch eine Verwitterung von Schieferthon-Arten, welche meist schon einen gewissen chemischen Wassergehalt besitzen, folglich an der Atmosphäre sehr bald in vollkommenen Hydrate- und formbaren Zustand übergehen und in so fern weniger Veränderung unterliegen.

Wie mit der Benennung mancher Thonarten durch „Letten“ so sind auch mit dem Worte „Kley“ so abweichende Begriffe verbunden, daß sie in der Wissenschaft nicht erhalten zu werden verdienen.

Im Ganzen besitzt der Thonboden — in Folge derselben einseitigen Zusammensetzung wie der Sandboden — eine, wenn auch nicht gerade kümmerliche, doch an Geschlechtern sehr arme Vegetation; indem er im ursprünglichen Zustande hauptsächlich auf Wassermoose, Niedgräser, Binsen, Rohrarten; flach wurzelnde Sumpfschneiden und Vaccinien, Weiden, Pappeln, Erlen u. beschränkt ist, welche jedoch hier, je wärmer das Klima ist, auch eine um so üppigere Vegetation zeigen und überhaupt zu dem größten Habitus unter den Gattungen ihrer Geschlechter und Familien gelangen, folglich in letztern Beziehungen dem Sandboden gerade entgegen gesetzt sich verhalten. Auch setzen die Gewächse auf Thonboden ihr Wachsthum im Allgemeinen lange und langsam fort, blühen und reifen also später, wie auf leichterem und wärmerm Erdreiche.

- a) Daß selbst im schwersten Thonboden den Elementen nach die Kiesel Erde dennoch vorwiegt, hat unter Ununterrichteten zum Theil irrige Ansichten veranlaßt. Auch stammt die Ansicht Thaër's (nat. Landw. II. 64 und 130) über die Zusammensetzung des fetten und mageren Thones aus einer Zeit, wo die Mischungs-Propportionen zwischen Thon- und Kiesel Erde, und ihre Verbindung mit Wasser zu plastischem Thone, noch nicht bekannt waren.

### §. 56.

Der Lehm an und für sich unterscheidet sich von dem Thone in strengerm Sinne schon durch einen, seine gelben braunen und rothen Farben begründenden und bemerklicheren Eisenorydhydrat- und Dryd-Gehalt; im Weiteren aber durch erheblichere Beimengungen von Staubkiesel, Sand und Kalkantheilen; welche zusammen schon die Fähigkeit des plastischen Lehms in Vergleich gegen den Thon sehr mäßigen, in der Regel aber durch das Einhalten bestimmter Verhältnisse im Lehm Boden selbst einen Mittelgrad von Lockerheit, Wasserhaltungsvermögen, Wärme- und Luftleitungs-Fähigkeit u. herstellen, wie er sich zwischen den seine Extreme bildenden Sand- und Thonboden denken läßt. Er ist also mäßig bindend; öfterer frisch, als feucht und naß, oder trocken und dürr; ferner auch gemäßig warm, und in Folge aller dieser Eigenschaften also, — besonders bei einigem Kalk- oder Talkgehalte, — auch sehr kräftig wirkend auf die Vegetation, selbst bei weniger oder mäßiger Düngung. Man kann annehmen, daß der Lehm Boden im Allgemeinen dem Bedürfnisse des Ackerbaues am meisten entspreche und dafür die meisten guten Eigenschaften in sich vereinige.

Es lassen sich vom Lehm Boden folgende Abtheilungen oder Gattungen aufstellen.

A) Strenger Lehm Boden mit 50 bis 65 Prozent reinem Lehm, außerdem gröberem und feinerem Sande und von keinem andern untergeordneten Bestandtheile über 10 Prozent.

B) Gemeiner Lehm Boden mit 35 bis 50 Prozent reinem Lehm, außerdem dieselben Nebenverhältnisse.

C) Sandiger Lehm Boden mit 20 bis 35 Prozent reinem Lehm, im übrigen aber in den vorigen Verhältnissen.

Wie diese drei Gattungen von Lehm Boden hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung einerseits an den Sandboden und andernseits an den Thonboden sich anschließen, so ist es auch der Fall in Beziehung auf ihr Vegetations-Verhalten; sie besitzen nämlich hierin wenig oder gar nichts ganz Eigenthümliches, sondern vereinigen innerhalb ihrer Grenzen vieles, was entweder auch einem von jenen beiden Bodentklassen angehört, oder was die Extreme der letztern und der nachfolgenden Klassen theilt. So hilft namentlich der Eisen- und Kalkgehalt des Lehm Bodens auch noch viele Gewächse des Eisen- und Kalk Bodens in sein eignes Gebiet herüber siedeln.

Der Lehm Boden besitzt eine höchst mannigfaltige Abstammung, wie sich dieß aus folgender Nachweisung ergibt.

1) Einen meist etwas strengen, theilweis kiefrigen Lehm Boden von großer Verbreitung liefert die Verwitterung des Granit- und Gneißgebirges; welcher sich besonders in wärmern Klimaten durch seine Vegetation meist sehr günstig auszeichnet. —

2) Nur kleine Parthien des Glimmerschiefers liefern einen gemeinen und sandigen Lehm.

3) Auch vom Thonschiefer liefern nur einzelne Abänderungen des thonhaltigen Gesteins bei dem Verwittern einen wirklichen feinsandigen Lehm Boden.

4) Weit beträchtlicher ist die Lehm bildung hin und wieder aus gewissen Abänderungen der Grauwacke von mittlerem Korn, und selbst der sich ihr anschließende Lagerquarz und Quarzschiefer wird von feinsandigen Lehmlagern begleitet.

5) Theils gehen manche Thonporphyre bei ihrer Verwitterung wirklich in feinsandige Lehm Boden über, theils werden sie und andere Arten des Porphyrs stellenweis von untergeordneten Lehmmassen begleitet. —

6) Mehr oder weniger erhebliche Lehm Böden, meist von röthlichbraunen Farben, gehen theils aus der Verwitterung der körnigen Gesteine von sämmtlichen Sandsteinformationen, so weit bei ihnen das thonige Bindemittel hinreichend vorwiegt, hervor; theils werden, besonders ihre obersten quarzigkörnigen Glieder, durch sehr vorzügliche gelblichbraunen Lehmlager begleitet.

Allein auch außerdem nehmen äußerst mächtige und weit verbreitete Lehmlager, — gewöhnlich mit einem sehr merklichen Kalk- und Eisengehalte versehen, ihren Ursprung aus der Auflösung der mächtigen mergeligen feinsandigen Schieferthonlager derselben Formationen, so weit sie nicht mehr rein thonig und daher schon oben (S. 55 Nr. 4—8) aufgeführt worden sind. Vorzüglich gehören hierher die bunten Mergel des Buntens- und Keupersandsteins, hin und wieder auch des Kohlen- und tertiären Thonsandsteins. Ihre rothbraune Farbe zeichnet sie äußerlich sehr aus von den meist gelblichbraunen Lehmlagern des Granits und Gneisses, Glimmerschiefers, Quarz-

schiefers, der Grauwacke und den Quarzsandstein. Oben, auch von mehreren ähnlichen nachfolgenden, sehr häufig auch ihr Kalk- und Talkgehalt.

Besondere Erwähnung verdient eine sehr mächtige und theilweis weit verbreitete Lagerung von gelblich-braunem Lehm des tertiären Gebietes, welche — wie der ihr geognostisch ganz parallele tertiäre Thon (Töpferthon) und Trieb sand — offenbar an seiner Lagerstätte in plastischer Form einst geschaffen wurde und meist von körnigen Quarzsandsteinen oder wirklichem Trappquarz, Kieselbreccien, jaspisartigen Thonquarz u. begleitet zu werden pflegt; auch zuweilen sogar ebenso in sie übergeht, als der tertiäre Thon in Hornstein und der Trieb sand in körnigen Quarz. Von diesem Thone unterscheidet er sich sehr wesentlich durch die größere Leichtigkeit, womit er die Lagewasser — ohne Versumpfung zu veranlassen, — in sich aufnimmt und allmählig in die Tiefe gehen läßt, so daß er selbst bei anhaltender Dürre stets von unten heraus sich frisch erhält. Von körnigem Sande ist er ganz frei, oft auch enthält er nur wenig Staubkiesel und immer zeichnet er sich ebenso, wie ein ähnlicher, hin und wieder den Quadersandstein begleitender Lehm, durch große Fruchtbarkeit aus; und nur die sehr strengen Lehmböden, die er stellenweis liefert, sind etwas kalt und naß.

Anmerk. So liefert also das Sandsteingebirg (außer dem Thon- und Sandboden) a) einen rothbraunen körnig-sandigen Lehm-boden; ferner b) einen feinsandigen mergeligen rothbraunen Lehm; und c) etliche Abänderungen von gelblichbraunem Lehm.

7) Auch von den Kalkgebirgen geht hin und wieder eine wirkliche sandfreie oder nur feinsandige Lehmbildung aus, namentlich von einzelnen Zwischenlagern der Grauwacke, des Gryphitenkalkes und des tertiären Kalksteins oder Grobkalks. Meist besitzen sie einen

merklichen jedoch untergeordneten Kalkgehalt und sehr ausgezeichnete Fruchtbarkeit. Dem sehr fruchtbaren tertiären Eisenlehm steht jener des Gryphitenkalks, der zuweilen auch die untersten Lager des Quadersandsteins begleitet, in jeder Hinsicht am nächsten.

8) Nur gewisse Abänderungen des Dolerits und Thonbasaltes, so wie verschiedene Maandelsteine, Wacken und Trappuffe liefern bei der Verwitterung einen bald feinsandigen lockern, bald einen mehr bindigen — Lehm Boden, — theilweis für den Ackerbau von so vorzüglich guten Eigenschaften, wie für die edlern Holzarten, den Weinbau und die Obstzucht. Es sind die tiefgründigsten Bodengattungen, welche aus den vulkanischen Formationen überhaupt hervorzugehen pflegen. Außer ihrem Eisengehalte, läßt sich in mehreren ein merklicher Kalk- und Talkgehalt unterstellen und nachweisen.

9) Endlich gehört hierher auch der oft sehr mächtige und ziemlich verbreitete Lehm Boden des Alluvialgebietes, gewöhnlich unter dem Namen „Flußlehm“ (Werner's), „Loes“ (Leonhard's) u. aufgeführt; jedoch sehr häufig verwechselt mit dem Lehm Boden der vorhergehenden Formationen, besonders des tertiären (oben Nr. 6) — Gebiets. — Da dieser Alluvial-Lehm bald von der einen, bald von der andern der verschiedenen Gebirgs-Formationen abgeschwemmt und an einer dritten Stelle abgesetzt worden ist, so weicht seine äußere Form und innere Zusammensetzung hiernach auch einigermaßen ab, namentlich in Beziehung auf die untergeordneten Bestandtheile an Kalk, Talk, Eisen, Humus u. und auf eine abweichende Bindigkeit. Im Allgemeinen gehört er unter die fruchtbarsten Bodengattungen, meist von erheblicher Tiefgründigkeit.

**Anmerkl.** Daß ein größter Theil des so häufig zum Alluvialgebiet gezählten Bodens der norddeutschen Niederungen und Küsten-



Länder jenem Gebiete nicht wirklich angehört, sondern dem der tertären Formation, ist kaum einem Zweifel unterworfen.

## S. 57.

Die Kalkantheile des Erdreichs oder Kalkbodens sind, neben der Asche, Humus u., äußerst wirksam auf die Vegetation, und zwar einerseits durch ihre Eigenschaft, gegen den Humus einmal als Auflösungsmittel zu wirken und zugleich auch zur Grundlage eines humus-sauren Salzes zu dienen; andernseits aber ihrer polaren Stellung oder ihres Gegensatzes wegen, in welchem sie beim geogalvanischen Prozesse des Bodens (S. 43) gegen die Sand- und Thonantheile stehen, und in Folge dessen einen sehr merklich günstigen Einfluß auch alsdann auf die Vegetation äußern, wenn Humus hierbei nicht in Mitwirkung ist.

Bei einem ganz oder vorwiegend kalkhaltigen Boden kann seine auflösende Eigenschaft gegen den Humus sich in dem Maße nur vollständig äußern, als eine dafür bedingte, ihm aber abgehende große Wasserhaltigkeit durch kühle feuchte Lagen hergestellt und demselben ersetzt wird. In jedem andern Falle sind Kalk und Humus selbst im reichlichsten Gemenge ebenso ohne gehörigen Effect, als wo dem Kalle für das Thätigwerden seiner elektrochemischen Eigenschaften der bedingte Gegensatz — der Thon oder Lehm — mangelt und zugleich keinen hinreichenden Feuchtigkeitsgrad unterhalten hilft.

In Folge alles dessen werden für die günstigen Wirkungen des Kalkbodens gewisse Menge-Verhältnisse einerseits zwischen dem Kalkgehalte und andernseits den übrigen, besonders thonig-kieseligen Bestandtheilen — ganz bedingt. Es verändert sich das Bedürfniß derselben nach

Ortlichkeit und Klima gar sehr. Denn je kühler und feuchter die Lestern sind, um so mehr darf der Kalkantheil im Ganzen vorwiegen; wogegen unter allen umgekehrten Verhältnissen nur ein gegen den Kalk vorwiegender Thon- und Lehmantheil dem Erdreiche die nöthige Feuchtigkeit zu erhalten und größere Fruchtbarkeit zu verleihen — im Stande ist. Überhaupt aber zeichnen die wirklichen Kalkboden mehr in kältern und gemäßigten Ländern, als in warmen und heißen Klimaten — durch große Fruchtbarkeit sich aus. Das entgegengesetzte gilt z. B. für den strengen lehmigen Granit- und Gneißboden und noch mehr von dem Thonboden. Ebenso verhält es sich aber auch zwischen den Thälern und rauhen Gebirgshöhen, so wie auch zwischen abwechselnden nassen und trocknen Jahren.

Ein Boden von 10 bis 20 Prozent freiem Kalk wird den meisten Verhältnissen und Bedürfnissen am besten entsprechen und die den Kalkboden überhaupt auszeichnende gemäßigt feuchte, lockere, warme und kräftige Eigenschaften am vollständigsten hervortreten lassen; in Folge welcher derselbe auch mit der kleinsten Düngermenge schon gute Ernten gewährt, sie merklich früher zur Reife bringt und innere Qualitäten auf sie überträgt, welche den Produkten anderer Bodengattungen ganz abgehen. Obschon der Kalkboden nach starken Durchnässungen schneller als (mit Ausnahme des Sandes) anderer wieder austrocknet, auch im Kalkgebirge sumpfige Wasseranhäufungen gar nicht, oder nur ausnahmsweis in Folge von Thon- Zwischenlagern, vorkommen, so zieht er dennoch aus der Atmosphäre leicht Wasserdunst an und unterhält damit einen gewissen Grad von Feuchtigkeit, welcher der Vegetation sehr zu statten kommt.

Diese nun zeichnet sich auf dem Kalkboden durch eine außerordentliche Mannigfaltigkeit noch weit mehr aus, als gerade durch zu große Uppigkeit des Wuchses, indem hierzu gewöhnlich die Überfülle von Feuchtigkeit mangelt, folglich mehr die Qualität, als die Quantität des Pflanzenstoffes gewinnt. Die größte Anzahl der edelsten Gewächsgattungen gehören dem Kalkgebirge entweder ausschließlich, oder doch vorzugsweis an, d. h. hier wuchern und verbreiten sich hier weit mehr als anderwärts. Andere Gewächse, besonders mehrere den Sandboden charakterisirende (z. B. die Heiden, Heidelbeere, Ginster ic.) meiden entweder den Kalkboden gänzlich, oder finden darauf nur ein kümmerliches Fortkommen. Ziemlich so verhält es sich mit den Gewächsen des Thonbodens, wogegen der Kalkboden mit dem Talk- und vulkanischen Boden viele Gewächse, besonders Holzarten, gemeinschaftlich besitzt. — Nur die mehr steilen, felsigen, sehr trocken und sonnig liegenden Kalkgebirge, mit wenigem steinigem Erbreiche bedeckt, zeigen eine, nicht sowohl arme, als vielmehr dürftige Vegetation, aus Mangel an Feuchtigkeit und gewinnen daher sichtlich in nassen Jahren.

Von Kulturgewächsen zeichnen sich auf dem Kalkboden besonders die Schmetterlingsblüthigen und der Weizen, Wein, das Obst (hier besonders Wildobst) aus, wogegen Tabak und Krapp darauf nicht gedeihen; von Forstgewächsen die Buchen, Eschen, Ahorne, Ulmen, das ganze Geschlecht Prunus, Crataegus, Juniperus etc. überhaupt die meisten der viele Bodenkraft fordernden Gewächsorten. — Der Humus und künstliche Dünger wird im Kalkboden ziemlich schnell zersezt, besonders wenn er nicht etwas bindig ist und er gehört daher unter die stark treibenden oder zehrenden.

- a) Die Materialisten erklären die dem Kalkboden eigenthümliche Fruchtbarkeit theils durch die auflösende Eigenschaft des

Kalkes gegen Humus, theils durch das unmittelbare Uebergehen eines Theil des Kalkes in die Pfl.-Säfte und Substanz. Damit im Widerspruche steht der fürs Ganze äußerst geringe Kalkerbegehalt der Pfl.-Aschen; ferner die große Fruchtbarkeit bald bei geringer Düngung, bald aber verhältnißmäßig geringe Fruchtbarkeit bei äußerst humosem schwarzen leichten Kalkboden.

Ba & Jewell (a. o. a. D. Seite 331) führt einen Boden aus der Formation des Magnesienkalkes (Rauchwale) an, der 30 Jahre ohne Dünger schönes Getreide trug. Einen ähnlichen Boden, der auch dem Kalkgebirg angehört, und nach einer guten Düngung 18 Jahre hin gute Ernten brachte, erwähnte schon früherer Zeit Reinhardt aus der Gegend Erfurt.

Da bei der Bildung des Kalkbodens auf dem Wege der Verwitterung ein großer Theil Kalkerbe mit dem Kiesels- und Eisengehalte der Gesteine, so wie auch wohl mit deren kieselreichern Thonanthellen sehr enge Verbindungen eingeht, so findet sich verhältnißmäßig nur wenig freies, durch Säuren ohne weiteres leicht auflöslicher Kalk in dergleichen Gemengen und er ist alsdann zwischen jenem andern wenig Bindigkeit besitzenden Bestandtheile zuweilen sehr versteckt, also das Erdreich alsdann locker und leicht. Wiegt dagegen in dem ursprünglichen Gebirgsgebilde reichlich Thon mit weniger Kieselerde und Eisen vor, und bedarf es nur weniger atmosphärischer Einwirkung um in Erdreich zu zerfallen, so bleibt zwischen diesem thonigen Nebenbestandtheile mehr Kalk völlig frei und es stellt sich ein mehr bindiger oder wasserhaltiger Boden her, indem Kalk und Thon die wenigste innige chemische Verbindung zusammen eingehen. Dergleichen leicht trennbaren oder den Kalkgehalt abgebenden erdigen Verbindungen gebührt denn im eigentlichen Sinne nur allein der Name „Mergel“.

Auf diese Begriffe hin lassen sich etwa folgende Gattungen des Kalkbodens aufstellen, wobei voraus-

gesetzt wird, daß sich in demselben immer über 10 Prozent freie kohlensaure Kalkerde vorfinden müssen, indem jeder geringere Kalk-Gehalt ein solches Erdreich bloß als „kalkig“ prädicirt und auf seinen übrigen Bestand hin einer der andern Klassen zuweist.

**A) Der bindigere, tiefere, von Steinen freiere Kalkboden.**

**aa. gemeiner Kalkboden** (die Kalktheilchen mehr verfestet).

**bb. Mergelboden** (die Kalktheilchen sehr frei und schon mit schwachen Säuren ausziehbar).

**B) Der leichte, feichte und steinreiche Kalkboden.**

**C) Der sandige Kalkboden** (feinförniger Quarzsand bis und über 10 Prozent.)

**D) Der kalkige Kalkboden** (freie Kalk- und Lalkerde über 10 Prozent, erstere vorwiegend).

**E) Der Gypsboden** (schwefels. Kalk über 10 Prozent).

Ihre Abstammung entnehmen jene Gattungen des Kalkbodens aus folgenden Gebirgsformationen, worunter natürlicher Weise die der Kalkgesteine selbst die wesentlichsten sind.

1) Einen bindigeren, tieferen und von Stein-  
stücken freiesten gemeinen Kalkboden liefern:  
ein großer Theil der Zechstein- (Alpenkalk-) For-  
mation und namentlich die Rauchwackenlager; eben-  
so ein großer Theil der Lager im Gryphitenkalk,  
in dem Grobkalk und wahrscheinlich in dem Diluvial-  
(Eiswasser-) Kalk; außerdem aber nur sehr unterge-  
ordnete Lager im Muschelkalk und noch jüngern For-  
mationen. Sehr häufig wird der aus den Rauchwackenla-

gerungen hervorgehende Boden zugleich talkerdehaltig (unter 10 Prozent) gefunden werden, ohne gerade immer zum Talk-Kalkboden gezählt werden zu können; d. h. zu derjenigen Mischung, worin Kalk- und Talkerde in ziemlich gleichem Betrage zusammen 20 und mehr Prozent ausmachen.

2) Zum bindigeren, tiefern, steinfreiesten eigentlichen Mergelboden (Düngmergel) lassen sich nur einzelne untergeordnete Lager in der Bechstein-Formation, und namentlich in ihren Lagern des bituminösen Mergels (Kupfer-) Schiefers, des Stinksteins, Rauchsteins u. zählen; ferner: einzelne schwache Zwischenlager von grauen Mergelschiefern, wie sie theils in dem bunten Thone des bunten Sandsteins und Keupersandsteins, und theils auch im Muschel- und Gryphitenkalk, Grobkalk und andern selbst gefunden werden; hauptsächlich aber sehr verbreitete, gewöhnlich mit Schaalthier-Resten gemengte Lager von Mergel in der Diluvial- und Alluvial-Formation. Diese letztern sind es denn vorzüglich, auf welche man den Begriff von Mergel bisher gründete, — da sie am frühesten in denjenigen Gegenden, von wo die landwirthschaftlichen Schriften ausgingen und Schulen sich bildeten, zur Düngung verwendet wurden, und weil erst späterhin sich ergab, daß diese Eigenschaften eines Mergels auch noch unter vielen andern Verhältnissen vorgefunden und benutzt werden. Noch immer hat man sich deshalb über einen strengern Begriff von Mergel in der Literatur nicht vereinigt, auch noch manche Abänderungen von Mergel (Kalk-, Thon- und Sandmergel, Steinmergel u.) aufgestellt, welche mit andern Gattungen des Kalkbodens zusammenfließen.

3) Der leichte, seichte, stark mit Steintrümmern vermengte Kalkboden, — hervor-

gehend mehr aus einer Zerklüftung und Zerbröckelung der Felsmassen, als aus ihrer Verwitterung, — ist vorherrschend in den Formationen des Ur- und Übergangs-Kalksteins, so wie auch in den Lagern des dichteren härteren Alpenkalksteins; außerdem vorzüglich in der Formation des Muschel- und Jurakalksteins. — Es ist dieß diejenige Gattung von Kalkboden, welche mit am leichtesten austrocknet und in sehr abschüssigen Gebirgslagen sich besser zur Bewaldung, als für den Ackerbau — eignet, auch die sorgfältige Erhaltung eines schützenden Baumschirms und sonstigen Pflanzenüberzugs sehr empfiehlt.

4) Einen sandigen Kalkboden bilden als Produkt der Verwitterung einige wenig erhebliche Lager eines sandigen bituminösen Zechsteins; des Gryphitenkalkes; wahrscheinlich auch des Green- und Ironsandsteins; der Kreide und Kalksandsteine der Diluvialformation. (Sie stehen den kalkigen Sandboden zunächst, sind jedoch ihres reichern Kalkgehaltes wegen nicht damit zu verwechseln.) Er wird meist von gewissen Antheilen bituminösem Thon begleitet.

5) Der talkige und Talk-Kalkboden ist das Produkt der gewöhnlich sehr leicht verwitternden talkerbreichen Kalksteine (Dolomite), wovon sich untergeordnete Lagerungen beinahe in allen Formationen vorfinden, nämlich ein Ur- (?) und Übergangs-Dolomit; ferner: die überhaupt sehr talkerbreiche Formation des Alpenkalksteins oder Rauchwacken (Magnesientalk der Engländer); des Muschelkalkes (?? nach A. v. Humboldt geog. Vers. S. 274); des Gryphitenkalkes (?? nach Hausmann Flözgeb. d. Weser S. 303); des Jurakalksteins, der Kreide (?) und tertiären Kalklager. In allen diesen dolomitischen Gebirgs-  
Hundeshagen's Bodenkunde.

bilden wiegt ursprünglich oder im unverwitterten Zustande die Kallerde über die Lallerde vor, selbst in den vollständigsten Dolomiten etwa wie 5 zu 4. — Außer der Formation der Rauchwacken und des Jurakalksteins besitzt der Kalk-Lalkboden wenige Verbreitung, er zeichnet sich aber bei einigem Lehmgehalte durch ausnehmende Fruchtbarkeit aus (Bacchewell a. a. D. S. 331).

6) Ein Gypsboden bildet sich stellenweis und selten in einiger Verbreitung aus den untergeordneten Gypslagern im Ur- (??) und Übergangskalke, im Alpenkalke (bes. Strinkalk und Rauchwacke); im Schieferthonlager des bunten Sandsteins (Muschelkalksteins ?); im bunten Schieferthone des Kupfersandsteins (Gryphitenkalles ?); so wie in der tertiären (im Grobkalke ?) und Diluvial-Formation. Am mächtigsten hervortretend und weitesten verbreitet, meist in Begleitung von hinreichenden Thon- und Lehmbeimengungen ist der Gypsboden in der Formation der Rauchwacken und des Kupfersandsteins. — Abgesehen von den bloß auf gypshaltiges Erdreich beschränkten wenigen und unbedeutenden Gewächsen, pflegt sich der thonhaltige Gypsboden durch große Fruchtbarkeit auszuzeichnen. Ubrigens besteht zugleich ein enges Verhältniß zwischen jenen Gypslagern und dem Steinsalze, oder doch wenigstens — Salzquellen, und daher kann der Gyps-Boden leicht kochsalzhaltig vorkommen. Der Kochsalzhaltige Thon (Hallerde) dient hin und wieder in Deutschland als Düngemittel.

Anmerk. Jene Zutheilung von mächtigen Gypslagern an die Rauchwacke, statt an den Muschelkalk, beruht auf der begründeten Ansicht des Verfassers, welcher nach der Salz führenden Kalkstein von Schwaben u. nicht der Formation des Muschelkalles, sondern dem Alpenkalkstein und also der Rauchwacke angehören dürfte.



7) Außer den eigentlichen Kalksteinformationen treten im engern Raume zuweilen wohl einzelne wenig mächtige Kalklager und auch andere kalkhaltige Schichten auf, welche ihrer chemischen Zusammensetzung nach zum Kalkboden gezählt werden können, jedoch ist ihre Ausbreitung und Bedeutung selten von einigem Belange, und vielleicht hauptsächlich auf den bunten Schiefer-Thon der bunten Sandstein- und Keuperformation beschränkt.

Anmerk. Von der großen Oede, welche auf vielen Kalkgebirgen des süd-östlichen Europa und in den nächst daran grenzenden heißen Ländern herrscht, geben mehrere Reisende Zeugniß; auch geht ein Kalkstein, zuweilen nur mit wenigem Sand und Kieseln überschüttet, auf weite Strecken in einem Theile der nord-afrikanischen Wüsten zu Tage aus. Vielleicht steht mit denselben der hin und wieder auftretende Salzreichtum dieser Wüsten in einiger Verbindung? —

#### §. 58.

Obwohl die Lalkerde für sich in ihrer Wirkung auf die Vegetation der Kalkerde sehr nahe steht, so bilden sich dennoch durch die Verwitterung kalkhaltiger Gesteine ganz eigne Gattungen von Lalkboden, welche sich in ihren physikalischen Eigenschaften von denen des Kalkes sehr merklich unterscheiden und dadurch auch wieder eigen thümlich auf die Vegetation zurück wirken. Es besitzen nämlich sowohl die reinen Lalksilikate, als vorzüglich die gleichzeitig thonigen, nicht bloß eine lebhaftere Wechselwirkung gegen die Atmosphäre, sondern auch eine auffallend stärkere Wasserhaltungsfähigkeit und Schlüpfrigkeit, welche sie zwar durch starkes Austrocknen am Tage einbüßen, jedoch in die Tiefe des gewöhnlichen Erdreichs zurückgebracht bis zu gewissem Grade wieder erlangen, wozu namentlich der Humusgehalt des Bodens vielleicht auch einiges beiträgt.

In Folge dessen besitzt der Talkboden im Allgemeinen mehr bindendes und lehmiges, als der Kalkboden; so wie denn auch den zu seiner Bildung beitragenden Felsarten zum großen Theile ein sehr merklicher Eisengehalt eigen thümlich ist, und von ihnen auf das Erdbreich — meist im hydratistischen Zustande — übergeht. In sehr vielen Fällen möchte dieser letztere, besonders in nicht sehr humosem Erdbreiche, in einem freieren Zustande sich befinden, als die Talkerde selbst, welche besonders nach dem einmaligen Eintrocknen des Erdbreichs sich ziemlich innig mit dem Kieselergehalt desselben vereinigt zu halten scheint. Übrigens gehören zur Charakteristik des Talkbodens überhaupt immerhin wenigstens 10 und mehr Prozent freie kohlensaure Talkerde; wie sie aus dem Niederschlage ihrer Auflösungen in Säuren und bei einem Trocknen in der Temperatur höchstens der Siedhize, gewonnen wird.

Es lassen sich die wesentlichern Abänderungen des Talkbodens etwa in folgende Gattungen bringen:

- A) Der feinsandige und kiesige Talkboden.
- B) Der lehmige Talkboden.
- C) Der eisenhaltige Talkboden.
- D) Der talkige Talkboden.

Ihr Vorkommen und Abstammung ist folgendes;

1). Zu einem sandig-kiesigen Talkboden zerfallen beim Verwittern die sehr merklich talkigen Abänderungen des Thonschiefers und darunter namentlich die quarzigen Lager des Talk- und Chloritschiefers (besonders Chlorit-Quarze). Das daraus entstehende Erdbreich ist größtentheils noch mit mehr oder weniger unvollkommen oder auch gar nicht aufgelöstem Gebröckel der

Felsmasse durchmengt; besitzt nur mäßige Bindigkeit und Wasserhaltungsvermögen; ist gewöhnlich nicht sehr tiefgründig, wenn auch das Gestein selbst tief in seine Masse hinein durch ein mattes Ansehen einen gewissen Grad von eingedrungener Verwitterung verräth.

2) Einen lehmigen, weniger mit Kiez, als mit gröbern Bruchstücken der Felsart durchmengten Talkboden liefern nach dem Verwittern die Lagerungen des Gabbro's, Serpentin's und analoger talkreicher Gesteine wie z. B. Topfsteine und selbst manche Abänderungen des Thonschiefers. Beiden erstern Felsarten ist dann vorzüglich meist zugleich ein hervorstechender Gehalt an Eisen eigenthümlich, und — wie es scheint — neben dem Talkgehalte mitwirkend auf die besondere Fruchtbarkeit dieser wasserhaltigeren Gattung von lehmigem Talkboden. Vielleicht dürfte das aus der Verwitterung des Serpentin's u. hervorgehende Erdbreich demnach einer besondern Gattung von Eisen-Talkboden zufallen, welche wir vorläufig hier aufgestellt haben.

3) Die oben nachgewiesenen (S. 57. d) in großer Verbreitung vorkommenden talkhaltigen Kalkboden sind noch zu wenig genau auf das darin bestehende Verhältniß zwischen der Kalk- und Talkerde geprüft, um entscheiden zu können, ob dasselbe auch nach längerer Zeit noch daselbe ist, welches es vornherein war, wo dem Ursprunge dieses Erdbreiches zufolge die Kalkerde über die Talkerde vorzuziehen pflegt. Denn unbezweifelt erleidet die Ackerkrume durch Auswaschen einen viel erheblicheren Verlust an Kalkerde als an Talkerde, allein da letztere von einer andern Seite viel auflöslichere humus-saure Salze bildet (oben S. 95 No. 11) und auch leichter enge Verbindungen mit der Kiesel-erde eingeht, so fragt es sich noch immer, ob im Verlaufe der Zeit der talkige Kalkboden end-

lich in einen kalkigen Kalkboden übergeht. Übrigens dürfte derselbe gewissen Anzeigen nach hin und wieder aus manchen Trappgebilden (Backen) hervor gehen.

Die Vegetation des Kalkbodens überhaupt ist, obwohl vielleicht weniger manigfaltig, als die des Kalkbodens, dennoch aber vorzüglich üppig und kraftvoll, jedoch jene erstere kieselige Gattung mehr bei den Holzbeständen, die andern mehr beim Ackerbaue. — Ganz eigenthümliche Pflanzenarten sind auf demselben zwar noch nicht nachgewiesen worden, jedoch wuchern auf jenen Thonschiefern die gewöhnlichen Arten von *Digitalis*, *Senecio* und mehrere Gräser ausnehmend, und gewinnen hier bei hinlänglicher Feuchtigkeith und Humusvorrath eine so große Verbreitung im dichtesten Stande, als außerdem nur wieder auf vulkanischen Gebirgsarten, aber nicht auf Kalkboden. Auch die Fichte zeichnet hier ein höchst kräftiger Wuchs aus, ohne daß dieser auf die Dauer und Gesundheit ihres Holzes den ungünstigen Einfluß wie auf frischem Kalkboden zu haben scheint. Nicht weniger ausgezeichnet ist daselbst das Wachsthum überhaupt aller andern viele Kraft bedürftigen Holzarten.

#### §. 59.

So weit der Eisen oder vulkanische Boden bis jetzt bekannt ist, zeichnet ihn hauptsächlich ein sehr hervorstechender Gehalt an Eisenoxydhydrat und Dryd aus, und in so fern darf man diesem wohl den wesentlichen Einfluß auf die im Ganzen sichtbare Fruchtbarkeit dieses Erdreichs ebenso zuschreiben, als bis dahin keine andere Ursache für das abweichende Verhalten zwischen den eisenarmen kalten trägen Thonboden und dem an Eisenoxydhydrat reichen kräftigen Lehmboden der tertiären

Formation erkannt worden ist; besonders da der baumwürdige Thoneisensteinlager begleitende und einschließende feinste und eisenreichste tertiäre Lehm zugleich auch der fruchtbarste ist und dieselbe günstige Eigenschaft sich unter denselben Umständen auch in der Formation des Gryphitenkalkes oder in der Sohle des Quadersandsteins, (S. 56 Nr. 7) sich wiederfindet.

Dieser Annahme steht nur ein Umstand gewissermaßen entgegen, nämlich der, daß auch die im Allgemeinen wenig eisenhaltigen Feldspathporphyre, Trachyte und Phonolithe, ebenfalls die das vulkanische Gebirg bezeichnenden günstigen Vegetationsverhältnisse besitzen und man hat letztere daher neuerdings hauptsächlich dem Alkaligehalte dieser Felsarten beizulegen versucht. Allein dieser gehört zwar dem festen Gestein selbst an, keineswegs dagegen hat man denselben in dem aus der Verwitterung hervorgehenden Erdreiche noch nachweisen können, so wenig, wie in der aus dem Feldspath sich bildenden Porzellanerde. Wollte man annehmen, die mit jenen Gesteinen sich in Berührung befindlichen Wurzeln der Gewächse nähmen aus erstern einen Antheil Alkali auf, so könnte derselbe einmal gewöhnlich nur höchst unerheblich seyn, zum andern aber fällt seine Anwendung auf die flach wurzelnden kleinen Gewächse, welche dergleichen Gestein auf etwas tiefgründigem Boden gar nicht berühren, weg.

Auch haben Gmelin's (oben S. 30) vortreffliche Arbeiten über die chemische Zusammensetzung des Phonoliths bis jetzt darüber keinen Aufschluß gegeben, da derselbe nur das von der Verwitterung hart angegriffene Gestein, keineswegs aber seine völlig erdige Auflösung oder den fruchtbaren Boden, untersucht und mit der Felsart im frischen Zustande verglichen hat. Nur so viel ergeben dieselben für unsern Gegenstand vorerst, daß in

dem durch Säuren ausziehbaren, also gewiß freiesten und der Verwitterung vorzugsweis unterliegenden Theile der Phonolith-Substanz, einmal: die Thonerde gegen die Kiesel-erde in einem mehr als doppelt vorwiegenden Verhältnisse steht, als im nicht auflösbaren Theile und ganz frischen Gesteinen; zum andern aber, daß in dem in Säuren auflösblichen Theile des stark von der Verwitterung angegriffenen Phonolithes des Eisen- und Manganoryd in großem Übergewichte (zuf. 0,74 des Ganzen) auftreten; und diesem gemäß zeigt sich denn auch der Boden im Phonolithgebirge, welcher nothwendig von den weichsten (thonerde- und eisen-reichsten?) Parthien des Gesteins abstammen möchte, schon im äußern Ansehen viel eisenhaltiger, als das feste der Verwitterung widerstehende Gestein.

Nach diesem allen glauben wir, vor der Hand noch die agronomische Bezeichnung von vulkanischem Boden mit der von Eisenboden gleichbedeutend nehmen, und 10 Prozent freies durch Säuren ausziehbares (ursprünglich hydratiches) Eisenoryd als Charakteristik für diese Bodenkategorie überhaupt aufstellen, zu dürfen. Es schließt dieß also allen mit unauflöblichem wasserfreien Eisenoxyd versehenen Boden aus, und alsdann würden sich etwa folgende Gattungen des Eisenbodens unterscheiden lassen:

- A) Der feinsandige leichte Eisenboden.
- B) Der lehmige Eisenboden.
- C) Der kalkige (und kalkige?) Eisenboden.
- D) Der hochoxydirte Eisenboden (wenig oder gar kein auflösbliches Eisen mehr enthaltend).

Der Eisenboden überhaupt zeigt eine, selbst dem gewöhnlichen Landmanne in die Sinne fallende, besondere

Fähigkeit um die Feuchtigkeits aus der Atmosphäre aufzusaugen und sich dadurch und auch sonst noch eine gewisse Frische zu erhalten; außerdem aber möchte demselben unter allen Bodentklassen wahrscheinlich die höchste Wechselwirkung mit dem atmosphärischen Sauerstoffe zukommen und hierauf seine Fruchtbarkeit noch wesentlich mit beruhen. Bloss der leichte mit vielem wasserfreien Eisenchoxyd versehene Boden, im Fall er neben dem letztern nicht zugleich noch Hydrate des Eisens und andere wirksame Bestandtheile enthält, macht davon eine Ausnahme, indem er erst nach längerem Düngen und Bearbeiten empfänglich für die Vegetation wird und einige Fruchtbarkeit erlangt.

Ausschließlich dem Eisenboden, oder vielmehr dem vulkanischen Boden — angehörige Gewächse sind, außer etwa einigen Gattungen von Flechten und andern kryptogamischen Gewächsen, bestimmt noch nicht nachgewiesen worden, wohl aber lassen sich viele aufzählen, welche auf demselben in ihrer Vegetation besonders begünstigt werden, und andere die davon ganz ausgeschlossen sind, oder auch nur kümmerlich gedeihen. Zu den erstern gehören die meisten Gewächse des Feldbaues, obgleich der Weizen und die Schotengewächse auf dem Kalle mehr begünstigt scheinen; außerdem viele Obstarten und darunter besonders die Wallnuß und vor allen der Weinstock. Ebenso zeichnen sich auf diesem Boden die meisten der viele Kraft bedürftigen Waldbäume und Sträucher durch ein sehr gutes Gedeihen aus, obwohl ebenfalls in minderer Anzahl, als auf dem Kalkboden; und unter den Forstunkräutern wuchern besonders mehrere größere Arten von Senecio, Epilobium, Sambucus ebulus etc. außerordentlich; wogegen unsere deutsche gemeine Birke, Heidearten, Ginster ic. gänzlich fehlen; oder wie die Kiefer und andere nur schlecht gedeihen.

Ihre Abstammung entnehmen jene verschiedene Gattungen des Eisenbodens aus nachfolgenden Gebirgsformationen:

1) Einen leichten feinsandigen Eisenboden liefert ein größter Theil aller an Feldstein reichen, stark kieseligen vulkanischen Gebilde, besonders die Feldstein = Porphyre, Trachyte, Phonolithe; auch Basalte und Laven und andere; mit Ausnahme einzelner mehr eisenhaltig = lehmigen Parthien. Gewöhnlich ist dieser schwächer bindende Boden auch der weniger tiefgründige und folglich trockenste in dieser Klasse; an der Oberfläche meist von dunkel = aschgrauer und schwärzlichgrauer Farbe, gewöhnlich auch mit vielem Steingebröckel und Geschieben u. vermengt. Manche dieser Bodengattungen dürften ohne Beimischung von Humus ihren Gehalt an Eisenoxydul- und Oxyd = Hydrat leicht in wasserfreies Oxyd umwandeln und so scheinbar diese Stelle im System sich entziehen.

2) Ein lehmiger Eisenboden geht weit öfterer als jener erstere aus der Verwitterung des Syenites, Grünsteins, Dolerits, Wacken und Luffen, seltner und nur theilweis aus den unter Nr. 1 aufgeführten vulkanischen Gebilden — hervor; außerdem dürfte aber auch der Eisengehalt mancher von den oben aufgeführten eisenhaltigen Lehm Boden des tertiären Gebietes und der Gryphitenkalk- oder Quadersandstein-Formation, besonders so weit sie Eisenerze einschließen, — bis zu dem diese Klasse bezeichnenden Betrage reichen, während er außerdem der Klasse des strengen und gemeinen Lehm Bodens (§. 56) größtentheils angehört. Alle diese lehmige Eisenboden erhalten ihren gewässerten Oxydationsgrad fast unveränderlich bei, und sind besonders in trocknen und warmen Lagen noch viel fruchtbarer, als die erstern.



Anmerk. Dieselbe, oben vom Phonolith nachgewiesene und von Smelin näher geprüfte Erscheinung, daß ein ziemlich erheblicher Theil dieses vulkanischen Gesteins ohne weiteres sich in Säuren auflöst (von 0,18 bis 0,55), findet sich auch bei den Grünsteinen, Serpentin, Basalt, Mandelsteinen, Wacken u. in sehr hohem Grade, und namentlich geschieht bei letztern die Auflösung mit starker Luftentwicklung, bei allen aber mit Verlust ihrer dunklen Färbung und eines ansehnlichen Eisengehaltes. Also ist es wieder besonders dieser letztere, welcher größtentheils (wie wohl der ganze auflösbare Theil des Gesteins) am freiesten in der Verbindung besteht, also auch der Verwitterung am frühesten unterliegt.

3) Den eisenhaltigen, und vielleicht auch kalkreichsten Eisenboden, dürften außer dem schon erwähnten Erdreiche des Gabbro's und Serpentin's, wahrscheinlich auch mehrere Abänderungen des Basalts, mancher Mandelsteine und Wacken liefern, deren reichliche Einmischung theils von Olivin, theils von Kalkspath und dichten Kalktheilen (und Bitterkalk?), hierauf vorn herein schließen. Sie dürften bei einem hinreichenden weitem Gehalt an Lehm und in gleich günstiger Lage wie andere, unter die fruchtbarsten Gattungen des Eisenbodens gezählt werden dürfen.

Anmerk. Ebenso, wie manche steinigten heiß und trocken liegenden und eine ihrer dichten Wald-Vegetation einmal ganz entblößten Gebirgstrecken in der Formation des Muschel- und Zuruks mit der sonst anerkannten Fruchtbarkeit des Eisenbodens sich in Widerspruch stellen, so auch manche felsige, sehr hoch und kalt liegenden vulkanischen Gebirgshöhe. Wo man also hin und wieder dergleichen Folgewidrigkeiten aufgefunden zu haben glaubte, beruhten diese auf einer unvollständigen Mitberücksichtigung von Nebenumständen.

4) Einen sehr eisenhaltigen, jedoch größtentheils wasserfreien hochorydirtten Eisenboden findet man besonders in den rothen, rost- und rothbraunen Sandstein- und

Schieferthon-Lagern sehr häufig und er ist hier um so unfruchtbarer, je sandiger das Erdreich und je weniger es nebenbei noch Drydul- und Drydhydrate des Eisens, Lehm und Kalk, oder Talcantheile besitzt. Wo dieses letztere der Fall ist, wie in einem großen Theile der bunten Mergel- oder Thonlager (Leberties) des bunten und Keuper-Sandstein-Gebirgs, zeigt das Erdreich sich sehr fruchtbar, folglich jenes Hochoryd ohne allen nachtheiligen Einfluß; ungünstig wirkt dasselbe dagegen in dem Boden, der aus den Sandsteinen selbst sich bildet. — Dasjenige ausnehmend zähe und fest zusammenhaltende, nach langem Freiliegen an der Witterung, fleißigem Bearbeiten und Düngen erst fruchtbar werdende Erdreich, was Mejer (Geh. d. Innerste I. 79) „Flehboden“, Sprengel aber (Möglin. Anal. XXII. 1 und 2) „Knick“ und „Bettelerde“ nennt besteht aus einem solchen viel Eisenhochoryd neben Dryd- (und Drydul-?) Hydrat enthaltenden Eisenlehm, zusammen oft bis zu dem Betrage von 17 Prozent (Sprengel) Eisenoxyd. — Schübeler fand im Leberties der Kupferformation (Mediz. Topographie v. Stuttgart) ebenfalls bis 18 Prozent Eisenoxyd überhaupt.

#### §. 60.

Zum Humus- (humosen) Boden läßt sich jedes Erdreich zählen, was durch sein Ganzes hin zwischen 2 bis 5 Prozent durch Kochen in kohlensaurem Kali auflösbaren Humus enthält, und selten dürfte der Gehalt desselben bis 10 Prozent ansteigen, oder etwa nur unter Zurechnung auch des unvollkommenen und unauflösbaren Humus; denn selbst die sehr gut gedüngten Acker- und Gartenländer enthalten nur zwischen 1 bis 2 Prozent auflösbaren Humus. Es kann demnach hier nur von den reichlichsten Anhäufungen des Humus die Rede seyn.

Ein solcher großer Humus-Gehalt des Bodens neutralisirt gleichsam den Einfluß seiner mineralischen Zusammensetzung für einen großen Theil von Gewächsen in einem so hohen Grade, daß derselbe unter sonst gleich bleibenden Umständen entweder gänzlich verschwindet, oder doch sehr geschwächt und verändert wird. Außerdem wirkt der Humus schon mechanisch auf mäßige Lockerung des schweren und auf einige Bindung des zu leichten Bodens, verstärkt also von dieser Seite und durch sein eignes Vermögen die wasserhaltende und Wasserdunst anziehende Fähigkeit des Erdbreichs, so wie er ferner noch auch auf eine leichte Erwärmung und lebhaftere Wechselwirkung desselben gegen die Atmosphäre großen Einfluß äußert. Es kommen ihm also außer seiner höchst wesentlichen materiellen Wirkung auf die Vegetation auch noch sehr wichtige anderseitige zu. — Jedoch bedarf es zur vollständigsten Äußerung derselben immerhin nothwendig einer gewissen, in richtigen Verhältniß stehenden Mithülfe von Befechtung und Wärme.

Die Eigenschaften des humosen Bodens werden in letztern Beziehungen und auch überhaupt immerhin durch verschiedene Nebenumstände noch mehrfach verändert, und namentlich sind manche Gewächse in ihrem Gedeihen hiervon, ebenso wie von einem nebenher fortdauernden Miteinflusse der erdigen Bestandtheile, sichtbar abhängig. Demnach würde sich der humose Boden in folgende Abtheilungen bringen lassen.

- A) Der ursprünglich aus Gebirgslagern hervorgegangene humose Boden.
- B) Der aus örtlich in Verwesung übergegangenen Gewächsen gebildete Humusboden.
- C) Der durch Anschwemmungen entstandene Humusboden.

Diese drei Gattungen von Humusboden sind die wesentlichsten, die wir auf ihren Ursprung und Eigenschaften näher zu betrachten haben.

1) Schon oben (§. 14 u. 15) wurde über diese Gattung eines ursprünglichen humosen Bodens das Wichtigere angeführt und es bleibt hier nur zu bemerken, daß, — besonders in der Begleitung und zuweilen an der Stelle von Kohlenlagern — allerdings bituminöse kohlige Thons- und Mergellager vorkommen, welche durch Abkochen in kohlen-sauren Alkalien mehrere Procente Humus abscheiden lassen, gewöhnlich aber zugleich mit Schwefeleisen mehr oder weniger imprägnirt sind.

2) Hinsichtlich der Humusanhäufungen, die durch örtlich in Verwesung übergegangene Pflanzen entstanden sind, lassen sich folgende Unterschiede machen. Zunächst gehört nämlich hierher

a) der sehr reiche, meist in erhebliche Tiefe niedergehende Humusgehalt im Erdreiche der Urwälder, wo die üppigste Baum-Vegetation Jahrtausende hindurch bei fortdauernder Übershattung des Bodens in Riesengestaltungen nur auftrieb, um nachher wieder zu vergehen und gänzlich in Humus verwandelt ins Erdreich zurück zu kehren. Er reicht bei Anrodungen solcher Waldungen für den Ackerbau hin, um 30 bis 50 Jahre hindurch reichliche Ernten ohne Düngung zu gewinnen, wenigstens in solchen Fällen, wo man nicht zu viel Gebrauch von der Reinigung und Vorbereitung des Bodens durch Feuer macht. Gewöhnlich ist dieser Humus mit feinen Erdtheilen gemengt, welche die letzten Überreste eines ältesten, durch Verwüstung gänzlich zerstörten Humus ausmachen.

b) Weniger reich, als jene Anhäufungen, ist der Humusboden in den der Holznutzung eingeräumten, jedoch gegen Streulaub- und Wurzelholznutzung geschonten Wäldungen, so wie im alten Grasslande der fruchtbaren Steppen, Wiesen und Weiden; jedoch immer bedeutend genug, um auf solchem angereichertem Boden längere Jahre lohnende Feldernten ohne künstliche Düngung erbauen zu können.

Anmerk. Die agronomischen Erfahrungen der Colonisten in Nordamerika, in Brasilien und in den süd-russischen Provinzen, sind bekannt und erklären zugleich die Möglichkeit einer erfolgreichen Ackerbestellung ohne allen künstlichen Dünger auch in andern Ländern von Europa.

c) Von jenem Humusboden sehr verschieden ist der Torfboden (Moorboden), so weit derselbe durch Absengen seines Heideüberzuges u. ohne weiteres für den Ackerbau vorgerichtet und bestellt wird. Er ist alsdann zwar sehr reich an vegetabilischem Stoffe dessen ohngeachtet aber, in Ermangelung gehöriger, erdiger Beimischungen und hinreichender Wasserhaltung, dennoch nicht in demselben Verhältnisse fruchtbar, sondern außer dem Heidekorn nur zum Anbau weniger andern Gewächse einigermaßen geschickt; namentlich gedeihen Obstbäume, wilde Holzarten und edlere Garten- und Feldgewächse nur schlecht, oder gar nicht darauf, — es sey denn, daß die Pflanzlöcher vorher mit Erdreich zum Theil ausgefüllt werden.

Anmerk. Sehr interessante gründliche Beschreibungen solcher Moorgegenden und auch der humosen Marschgegenden, ihrer Vegetation und Kultur verdanken wir Meyer im hannoversischen Magazin Jahrg. 1824. — Ferner Sprengel in d. Mögliner Annal. XIX. 1827. 2. St. XXII. 1828. St. 1 u. 2, auch Stetzner daselbst XX. 1827.

a) Noch abweichender von den vorigen ist der humose Heideboden, d. h. das sandige Erdreich waldbloser Streppen und Niederungen, was Jahrtausende nur gemeine Heide, Moos und Flechten hervorgebracht hat, die daselbst ohne Beschattung und hinreichende Befruchtung von Generation zu Generation der Verwüstung überlassen blieben und folglich eine ziemlich ansehnliche Anhäufung von Heidehumus (oben S. 29.) zu Stande bringen, welche sehr wenigen Gewächsen ähnlicher Gattung ohne weiteres gedeihlich ist, es jedoch sobald wird, als man sie tiefer unter und ins Gemenge mit Erdreich bringen kann. Der reichliche Eisengehalt in der Asche der Heidearten, vieler Moose und Flechten, macht es sehr wahrscheinlich, daß dieser auch auf den Humus derselben Gewächse übergeht und denselben dadurch noch besondere Eigenschaften zu den anderen ertheilt.

Anmerk. Als gedruckter Beleg für die oft in Zweifel gezogene humose Beschaffenheit des Heidebodens mag dasjenige gelten, was Fischer im XIV. Bande 4. S. 1828 S. 413. von Kastners Archiv über die in den norddeutschen Heiden vorfindliche 1 — 1½ Fuß sehr schwarze Dammerbedeckung anführt.

3) Endlich besitzt der durch Anschwemmungen entstandene humose Boden (Marschboden, See- und Teichschlamm) ganz besondere, der Vegetation und Kultur sehr günstige Eigenschaften darin, daß die feinen humosen Theilchen durch die ganze Masse dieses ziemlich wasserhaltigen Erdreichs möglichst gleichförmig untergemengt oder verbreitet sind, folglich noch weit in den Untergrund hinein reichen. Er enthält allgemein einen eigentlich nur sehr geringen Gehalt an völlig reinem Thone, dem etliche 50 bis 80 und mehr Prozent

Sand oder Staubbiesel, jedoch von solcher äußersten (mikroskopischen) Feinheit, beigemengt sind, daß hierdurch nicht sowohl ein leichter, als vielmehr ein meist ziemlich und sehr schwerer und bindender Boden — hergestellt wird; welcher außerdem zuweilen bis zu 10 Prozent vollkommenen (auflösliehen) und unvollkommenen Humus und thierischen Stoff, ziemlich vieles Eisen (1 — 6 Prozent), Kalk und Talk (zuweilen 6 — 8 Prozent), so wie kleine Antheile und Spuren von Alkalien, Schwefelsäure u. untergemengt enthält.

So weit dieses Erdreich keine zu große Bindigkeit annimmt, vereinigt dasselbe alles, was zu einem fruchtbarsten Boden gehört, besonders wo sich darin einiger Kalkgehalt bemerklich macht, also die Bindigkeit desselben mäßigen und den Humusgehalt auflöslieh machen hilft. Auch läßt die gewöhnlich sehr wenig über den Spiegel der nächsten Gewässer erhabene Lage desselben es selbst bei der größten Dürre nicht an aufsteigenden Dünsten und Thauniederschlägen mangeln.

In Folge alles dessen zeigt denn auch dieses Erdreich sich für alle, viele Düngkraft und einen schweren oder starken Boden bedingenden Kulturegewächse, beim Acker- und Gartenbau einen solchen Grad von Uppigkeit und diesen mit solchem Nachhalt, daß viele von dergleichen Grundstücken nach 80- bis 100jähriger (und selbst nach längerer) Bestellung keiner künstlichen Bedüngung bedurften, und daß in dieser Hinsicht nur wenige Ausnahmen bestehen. Besonders zeichnen sich die Ölgewächse, Weizen, Gerste und der größte Theil der Futtergewächse u. sehr vortheilhaft aus, obschon die Hauptarten des Kleees hier die auf Kalkboden gewöhnliche lange Dauer nicht besitzen sollen. Ebenso wenig rühmt man den Obstbau und selbst von den wilden Holzarten erlangen nicht alle den sonst  
Sundeshagen's Bodenkunde.

hier gewöhnlichen außerordentlichen üppigen Wuchs oder sie dauern nicht lange aus.

Übrigens ist der Boden solcher Anschwemmungen überhaupt nicht allwärts gleichförmig zusammengesetzt, insbesondere aber weichen die Marschländer des Meeres von denen der Flüsse und Ströme einigermaßen darin ab, daß erstere ein durch die periodisch steigenden Meeressluthen allmählig abgesetzten, anfangs noch stark salzhaltigen, humosen feinsandigen Schlamm bilden, welcher zuweilen in glimmerartigen Schüppchen Reste zertrümmerter Meeres-Muscheln enthält, sonst aber keinerlei örtliche Abstammungen verräth und auch öfterer in grauen als braunen Farben auftritt. Der andere dagegen ist überhaupt und namentlich zunächst den Strombetten mehr sandig und erst tiefer landeinwärts thoniger, auch sichtlich aus einem Gemenge von verschiedenartigen fein geriebenen Erds- und Steinarten zusammengesetzt, gewöhnlich auch mehr in braunen als grauen Farben vorkommend.

Der jüngste, noch salzige Absatz des Meeres, bringt zuerst sogenannte Salzpflanzen hervor; erst nach einiger Zeit machen diese andern Gewächsen und namentlich Weidengräsern Platz, welche wieder oft lange Jahre hier unterhalten und behütet werden müssen, ehe der Ackerbau beginnen kann. Meist beginnt dieser auch mit Ölgewächsen, theils weil sie am besten in solchem reichen Boden auslohnern, theils der übergroßen Üppigkeit des Bodens wegen, welche das Getreide zum Lagern und Laubblühen hinführen würde.



## Dritter Hauptabschnitt.

### Von dem Einflusse und der Wirkungsweise des Bodens.

#### S. 61.

In der allgemeinen Einleitung zur Bodenkunde (oben Seite 1) wurde schon der Einfluß und die Wirkung des Erdreichs überhaupt in einem kurzen Umriss — einmal: abgegrenzt gegen die übrigen auf die Vegetation einwirkenden Außeneinflüsse und ihre wechselseitigen Beziehungen (Factoren der Fruchtbarkeit) zu einander herausgestellt; zum andern aber auch die dreifache, — d. h. mechanische, physikalische und dynamische — Dienstleistung des Bodens vorläufig angedeutet; endlich in S. 1 noch besonders bemerkt, daß mehrere Naturforscher von Gewicht jeden, über jenen mechanischen und höchstens physikalischen Dienst hinüber reichenden Einfluß, ganz, oder größtentheils in Abrede stellen. Erst hier läßt sich nur nicht bloß in diesen letztern Zweifel tiefer eingehen, sondern auch außerdem der Einfluß und die Wirkungsweise des Bodens im Besondern näher und vielseitiger sich nachweisen; endlich aber das Ganze der bis dahin verhandelten Einzel-Theorien in einer abgerundeten Übersicht zusammen stellen und auch ein einfacheres Geseßliche für die Praxis (S. 50 am Schlusse) zurückbringen.

Der Gegenstand dieses dritten Hauptabschnittes geht also auf eine Erörterung folgender drei Aufgaben hin:

1) Aus welchen Thatsachen folgert sich ein sehr wesentlicher Einfluß des Bodens, allen erhobenen Zweifeln entgegen?

2) Worauf beruht dieser Einfluß des Bodens auf die Vegetation? und

3) Welches sind in kurzem die Gesetze der Bodenswirkung in theoretischer und praktischer Beziehung?

Eine Erörterung dieser drei Fragepunkte wird der Gegenstand der drei nächstfolgenden Abschnitte ausmachen. Sie wird nicht bloß zur richtigen Würdigung der eigentlichen Bedeutung und des Werthes einer Theorie über den Boden nothwendig, sondern ebensowohl zur Aufklärung und Beseitigung mancher darüber bestehenden entgegen gesetzten Ansichten und theilweisen Mißverständnisse. —

## E r s t e r   A b s c h n i t t .

Thatsächliche Begründung des sehr wesentlichen Einflusses des Bodens auf die Vegetation.

### §. 62.

Die Anerkenntniß eines sehr wesentlichen Einflusses des Bodens auf die Vegetation ist so alt, als die Agrikultur überhaupt, und von ihr sind bis auf den heutigen Tag auch alle hierauf bezüglichen Beobachtungen größtentheils ausgegangen; nur wenige derselben verdanken wir abstrakten Naturforschern. Schwerlich hat auch Jemand jemals Virgils Ausspruch: „nicht jeder Boden ver-

mag Jegliches hervorzubringen“ ernstlich zu bestreiten gesucht, sondern es ist vielmehr wohl nur der zu weit und allgemein ausgebehnte Einfluß des Bodens in Zweifel gezogen worden. Dieß läßt sich insbesondere hinsichtlich der etwas streng oder bestimmt einen solchen Einfluß in Abrede stellenden Aussprüche Decandolle's \*) und Schouw's \*\*) u. annehmen; indem dieselben sich hauptsächlich auf die Vorkommens- und Verbreitungs-Ursachen der Gewächse im Großen bezogen, und also mit den in engern Grenzen gemachten Erfahrungen der Agrikultoren gar wohl vertraut seyn konnten, ohne auf sie für ihren besondern Zweck gerade Rücksicht zu nehmen.

Weil nun auch andere Naturforscher u. dem Einflusse des Bodens entweder mehr oder weniger enge Grenzen setzen, oder denselben von sehr abweichenden Ursachen ableiten und in verschiedener Weise erklären, so wird es nöthig seyn, sich zuvörderst erst über die Mehrseitigkeit dieses Einflusses zu verständigen. In dieser Hinsicht kommt in Betracht:

1) der mechanische, physikalische und dynamische, chemische Einfluß des Bodens;

2) der Einfluß des Bodens auf das Vorkommen oder die Verbreitung der Gewächse; und

3) der Einfluß des Bodens auf das relative Gedeihen desselben;

---

\*) *Vorrede zu derselben Flore française und auch im Dictionnaire des sciences nat. Tom. XVIII. p. 377.*

\*\*) *Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. Aus dem Dänischen übers. Berlin 1823. S. 154,*

wobei wir vornweg nochmals eine frühere Stelle (oben S. 3) wiederholen, nämlich: a) daß der Einfluß des Bodens überhaupt dem der Meteore stets sehr nachsteht oder mehr untergeordnet ist; und b) daß nicht alle Gewächse in einerlei Weise und in gleichem Grade davon abhängig sind.

- a) X. v. Humboldt, L. v. Buch und Andere haben den Einfluß des Bodens und der Gebirgsarten auf die Vegetation kaum beachtet oder besonders berührt. Wahlenberg berücksichtigte denselben erst in seiner *Flora carpatorum*. Während Kasthofer denselben im Einzelnen hin und wieder in den Alpen bestimmt nachweist, stellt H. Schoffe (b. *Alpenwälder*. Tübingen 1804. S. 96) ihn überhaupt in Abrede; auch Ring und Andere wenigstens in Beziehung auf die sonst davon so abhängigen Pfliegen und Heiden (dessen Grenze zwischen Feld- und Waldkultur. Bonn 1821. S. 118).

Wie letzterer die gemeine Heide auf verschiedenen Gebirgsarten vorkommend gefunden haben will, ebenso führt Schouw a. a. O. mehrere Fälle auf, wo Gewächse, die man z. B. dem Granitgebirg eigenthümlich glaubte, später auch auf dem Kalkgebirge entdeckt wurden; und umgekehrt ebenso Gewächse des letztern auch auf ersterem. — Beide versuchen hieraus die Unabhängigkeit der Vegetation überhaupt von der Gebirgsart und insbesondere die Zufälligkeit im Vorkommen jener Gewächse nachzuweisen; ohne hierbei jedoch die oben (S. 53 bis 59) mehrfach belegte Ungleichförmigkeit des Bodens in ein und derselben Gebirgsformation zu berücksichtigen. So kommen im Kaltgebirge Thon- und Lehmlager von ziemlich gleicher chemischen Zusammensetzung und Eigenschaft wie in jeder andern Formation vor und namentlich lassen im Trappgebirge sich einzelne Stellen nachweisen, wo das Erdreich überhaupt entweder sehr locker und kieselig ist, oder wo das dasselbe untertufenbe terziäre Triefsandlager zu Tage ausgeht und einen Boden herstellt, der zwar oberflächlich mit vulkanischen Kollstücken überschüttet ist, zwischen welchen aber der Sandboden durchsieht und folglich die ihm eigenthümlichen Pflanzen neben dem fremdbartigen Ge-

fein aufsprossen läßt. — Auch kann auf den Grund von dergleichen Einzelercheinungen so wenig das in jener Hinsicht Gesegliche für die Pflanzengattung, als für die gesammte Vegetation, bestritten werden.

## S. 63.

Wie sehr der Boden bloß ein mechanisches Bedürfnis für viele Gewächse ist, deuten besonders diejenigen kryptogamischen Pflanzen an, welche ohne Rücksicht auf die innere Beschaffenheit, wenigstens einen festen harten Steinkörper für ihre Anheftung ebenso bedingen, wie andere Baumrinden für denselben Zweck, oder wie alle Wasserpflanzen theils einen härtern, theils einen weichern Fußpunkt von sonst gleichgültiger Beschaffenheit bedürfen. Selbst dem Weizen und ähnlichen Gewächsen scheint ein mehr bindender als leichter Boden bloß zur aufrechten Haltung seines mit den schwersten Ähren belasteten Halmes nothwendig; während andere Vegetabilien zugleich noch von einer gewissen Tiefgründigkeit des Erdreichs abhängen, folglich theils mit einem seichten Boden ausreichen, theils eine größere Tiefe der Ackerkrume u. nöthig haben.

## S. 64.

Von bloß physikalischem Einflusse zeigt sich der Boden bei einer sehr großen Anzahl von Gewächsgattungen, welche — ohne Rücksicht der meisten übrigen Eigenschaften desselben — neben einem gewissen Humusgehalte außerdem hauptsächlich einen solchen äußern Zustand des Bodens bedingen, der ihnen Luft, Wärme und Feuchtigkeit in dem, für ihre Individualität bedingten Maaße zuzuführen und zu erhalten im Stande ist. Es beruht hierauf insbesondere die Möglichkeit, die größte Mannig-

faltigkeit von Gewächsen im kleinsten Raume der Gärten unter künstlicher Herstellung und Unterhaltung jener Bodenzustände zu erziehen und fortzupflanzen, ohne daß sie zu ihrem Gedeihen sonst noch etwas zu bedürfen, oder darin zu vermissen, scheinen. Das letztere ist nur bei einem gewissen kleinern Theile der Gewächse der Fall, welche unter einer solchen fortdauernden künstlichen Behandlung sich zwar auch auf jedem der Kultur unterliegenden Boden fortbringen lassen, jedoch mit sichtbarem, mehr oder weniger erheblichem Unterschiede in der Frohwüchsigkeit, Vollständigkeit der normalern Form und innern Eigenschaft in Vergleich von andern, ihnen angemessenern Standarten. Es gehören diese letztern Gewächse folglich unter die von der Beschaffenheit des Bodens abhängigeren.

#### S. 65.

Ein dynamisch = chemischer Einfluß des Bodens offenbart sich also bloß bei den zuletzt angeführten Gewächsgattungen und zwar in sehr abweichendem Grade. Er ist am größten oder sichtbarsten bei den kryptogamischen Gewächsen und den allerniedrigsten Stufen derselben insbesondere, z. B. bei den Schwämmen, Conserven und Flechten; schon weniger groß oder allgemein bei den Moosen und Farren; am wenigsten erheblich bei den phänerogamischen Gewächsen, jedoch in ihren niedern Stufen ebenfalls noch viel mehr, als in den höhern. Auch zeigt sich einer der Bodenbestandtheile, oder die von ihm abhängige Bodenklasse, vor der andern von größerem Einflusse. Am meisten abhängige oder eigenthümliche Gewächse besitzen der Kalk- und Sandboden, doch ersterer mehr als letzterer; am wenigsten der Lehmboden.

Diese sehr veränderliche, größere oder geringere Abhängigkeit vieler Gewächsgattungen von bestimmten che-

mischen Eigenthümlichkeiten des Bodens spricht sich denn theils in ihrem Vorkommen, theils in ihrem Gedeihen, erst vollständig aus.

### §. 66.

Das Vorkommen der Pflanzen bezieht sich nur allein auf das besondere örtliche Verhältniß, unter welchen dieselben innerhalb ihres klimatisch begrenzten Vegetationsraumes freithätig, also ohne menschliche Beihülfe auftreten; nämlich ob dieses auf dem Lande, oder im Wasser, in den Niederungen oder auf Höhen, auch einzeln, oder in zahlreicherer Gesellschaft u. geschieht. Wir beschäftigen uns hier bloß mit diesem Vorkommen so weit, als es von Gebirgsart und Boden bestimmt abhängig ist.

In Folge dieser Begrenzung läßt sich nur eine, eigentlich sehr kleine Anzahl von Gewächsen anführen, die unter sonst für sie geeigneten klimatischen und örtlichen Verhältnissen so streng an gewisse Gattungen von Gesteinen und Boden gebunden sind, daß sie nur auf dieser und keiner andern freithätig erscheinen. Abgesehen von einer größern Anzahl derselben, welche im vierten Hauptabschnitte folgen, bezeichnen wir hier z. B. vom Kalkboden vor allen *Hedysarum onobrychis*, *Tussilago farfara*, *Physalis alkekengi*, mehrere Gattungen von *Caucalis* etc.; — vom Sandboden aber *Gnaphalium arenarium*, *Verbascum tapsus*, *Carex arenaria*; *Aira canescens*; *Elymus arenarius*; *Nardus stricta* etc.; außerdem aber andere von gewissem Verhalten, wovon im §. 67. ausführlicher die Rede ist.

Wir dürfen annehmen, die organische Kraft dieser Gewächse sey zu schwach, um auf einem andern Boden

mittelft ihrer Wurzeln sich die eigenthümliche geeignete Nahrungsflüssigkeit bereiten zu können; sie sey in dieser Beziehung sehr abhängig von der Hülfe des Erdbreichs, jedoch nur als Unterstützungsmittel bei der Verdaauung, keineswegs aber als Nahrungstoff selbst. Denn dieser letztere widerspricht, daß z. B. der kieselige Bestandtheil des Sandbodens, so wenig als der thonige, unter den gewöhnlichen Verhältnissen auflöslich in wässerigem Nahrungssafte sind, und daß weder die Gewächse des Kalkbodens die meiste Kalkerde, noch die Gewächse des Sandbodens die meiste Kieselerde — unter den verschiedenen Gewächsgattungen in ihrer Asche wieder finden lassen; obgleich andere Gewächsarten, die auf mehreren Bodenarten zugleich vorzukommen pflegen, zum Theil eine mit diesem übereinkommende Veränderung in ihrem Aschengehalte erleiden, wovon noch weiter die Rede seyn wird.

Diese strenge Abhängigkeit des Pflanzenlebens überhaupt von der chemisch-dynamischen Eigenschaft ein oder der andern Gattung von Fels und Erdbreich war es dann, die man ganz allgemein in Abrede zu stellen suchte, während man sie eigentlich nur einer kleinen Anzahl von Gewächsen mit Bestimmtheit zuerkennen kann und muß. Es liegt nun in der Natur der Sache, daß diese sehr abhängigen Pflanzen, besonders wenn es geseellige sind, sich dadurch besonders bemerklich machen, daß sie von großen Strecken eines ihnen fremdartigen Bodens völlig ausgeschlossen sind, wie z. B. die gemeine Heiden, Pfriement u. von Kalk- und vulkanischem Boden. Mehrere haben überhaupt auf die größere Häufigkeit des Vorkommens der Gewächsgattungen auf der einen oder der andern Felsart und auf ihr Wachsthum-Verhältniß daselbst weniger, als auf ihr bloßes Erscheinen an sich allein — geachtet.



Den größten Gegensatz mit diesen abhängigsten Gewächsgattungen bilden die in jeder Beziehung unabhängigen Pflanzen, welche ohne sichtlichem Einfluß auf ihr Gedeihen auf allen Bodengattungen erscheinen, also mit denjenigen zu vergleichen sind, welche klimatisch und in Beziehung auf die physikalischen Zustände und Eigenschaften des Bodens sich sehr unabhängig zeigen. Doch finden sich diese Fähigkeiten nicht in einerlei Pflanzen gerade vereinigt. Denn so kommt z. B. die gemeine Birke in klimatisch sehr abweichenden Lagen und auch sowohl in trockenem warmem, als im feuchten und kalten Boden vor, und dessen ohngeachtet ist sie dem Kalkgebirge, und noch entschiedener den vulkanischen Gebirgsarten, fast völlig fremd, selbst wenn diese ringsum von reich mit Birken bevölkertem Sandboden umgeben sind. Bismalich ebenso verhält sich auch die gemeine Heide.

- a) Diejenigen Gewächse, welche nur die sympathetischen Begleiter anderer ausmachen, wie der Raben, die Kornblume, der Mohn u. im Getreide, können hier nicht in Betracht kommen, so weit der Boden wenigstens auf ihr Erscheinen ohne Einfluß ist.

## §. 67.

Weit größer, als die Anzahl der ganz vom Boden abhängigen Gewächse, ist die Menge derjenigen, welche in ihrem natürlichen Vorkommen zwar nicht so unbedingt auf gewisse Bodengattungen oder Felsarten beschränkt sind, dessen ohngeachtet aber auf einzelnen der letzteren ganz vorzüglich gedeihen, d. h. hier nicht bloß durch ein lebhaftes oder kräftiges Wachsthum sich auszeichnen, sondern daselbst vorzugsweis leicht sich fortpflanzen, in ihrer Vermehrung stark wuchern und eine anderwärts ungewöhnliche Verbreitung erlangen; auch meist an Dauer, gewissen innern Eigenschaften der Substanz und in der

Regelmäßigkeit ihrer äußern Form — mehr oder weniger gewinnen.

Wer in den hier in Rede stehenden Beziehungen den Einfluß des Bodens in Abrede stellen oder übersehen haben sollte, den muß man vor allem verweisen auf das unerklärbare plötzliche und ausnehmend zahlreiche Erscheinen mancher Gewächsgattungen unmittelbar nach dem Ablassen von Teichen, Trockenlegen von altem See Grunde und auf Brandstellen; so wie nach dem Aufgraben von Mergelgruben, dem Umbruche seit undenklicher unangebaut gelegener Driescher und dem Auslichten über Jahrhunderte dicht geschlossen gehaltenen und ohne Bodenüberzug gewesener Waldungen; besonders zeichnen sich darunter aber die nachtheiligsten der Feld- und Forst-Unkräuter aus.

Die Summe dieser Erscheinungen ist zu groß und die meisten derselben auch zu bekannt, um sie hier alle aufzählen zu sollen; auch, wollen wir hier keinen Versuch wagen, um zu entscheiden, in wie fern die Ansicht derjenigen widerlegt sey, welche aus jenem, außerdem oft gar nicht erklärbaren zahlreichen Aufsprossen von Gewächsen an solchen Stellen, die davon einen Saamen nicht wohl erhalten konnten, — eine Entstehung jener Pflanzen ohne Weiteres (*generatio aequivoca*) glaubten annehmen zu dürfen und beweisen zu können. Nur so viel ist gewiß, daß von den meisten solcher Gewächse des Innenlandes die Saamen zu wenig zahlreich, oder an sich zu schwer und sonst auch nicht geeignet sind, um weit und allgemein verbreitet und so lange unversehr im Boden erhalten werden zu können, bis eine günstige Gelegenheit zu ihrem Entkeimen eintritt.

Gesetzt aber auch, das letztere wäre wirklich der Fall, so erscheinen viele derselben zu den Gattungen des

§. 66. gehörigen) durchaus nur alsdann, wenn der Boden eine ihrer Eigenthümlichkeit entsprechende mineralische Zusammensetzung oder sonstige Eigenschaft besitzt und sie sind hier nun auch mit der größten Sorgfalt kaum zu vertilgen; daß man sie dagegen da, wo dergleichen Boden-Beschaffenheiten mangeln, absichtlich ansäen kann, ohne daß sie daselbst erscheinen (unter andern Thaer rat. Landw. II. 160 u.). Will man also auch jene freithätige Erzeugung auf sich beruhen lassen, so deutet das Ganze doch immerhin auf einen Einfluß des Bodens hin, der größer und überzeugender nicht wohl sich an den Tag legen kann. Daher haben denselben auch Solche anerkannt, welche auf die Mitwirkung der mineralischen Bodenkraft auf das Pflanzenprodukt keine besondere Bedeutung legten, sondern dasselbe lediglich vom Humusgehalte des Bodens abhängig machten.

Anmerk. 1. Die interessanteren Thatsachen über das plötzliche örtliche Erscheinen verschiedener Pflanzengattungen hat unter andern Florke (Unterhaltungen aus dem Gebiete der Naturwiss. 1. H. 1820) mit vielem Fleiße gesammelt; und man findet daselbst also vieles sonst Vereinzelte hier vereinigt. Außer der oben schon angegebenen Stelle von Thaer enthalten auch andere landwirthschaftliche Schriften noch vieles wenig berücksichtigte und neuerdings z. B. einen sehr interessanten Fall d. landw. Zeit. f. Kurhessen Aprilh. 1829. S. 131. Noch mehr Beachtung verdienen die über diesen Gegenstand gepflogenen Verhandlungen zwischen Hofman zu Hofmansgaye, Schouw u. in Groenl. Notizen Nr. 4. des V. Bandes; Nr. 2. des VI. Bds. und Nr. 8. des VIII. Bds.

Anmerk. 2. Sehr vieles Interessante über den Einfluß des Bodens und die nothwendige verschiedene Weise seiner künstlichen Mischung zum Fortbringen der verschiedenartigsten Gewächse in botanischen Gärten von Zeyher findet sich in Pohl's Archiv d. deutsch. Landwirthsch. XI. 1827. Heft 4.

## §. 68.

Nicht viel weniger Vorliebe, leichtes Fortkommen und vorzügliches Gedeihen zeigt eine große Anzahl der oben schon bei jeder Bodenklasse angegebenen Wild- und Kulturpflanzen auf dem einen Boden vor dem andern (auch im vierten Abschnitte spezieller angegeben), und die Kulturlehre beschäftigt sich zum großen Theile mit der Bestimmung dieser individuellen Bedürfnisse für jedes Gewächs. Man hat bei der Kultur jedoch nicht immer gerade die Erzielung der größten Produktmenge allein im Auge, sondern zugleich auch — und oft vorwiegend — die besondern innern Qualitäten derselben, so wie nicht weniger die längere Ausdauer des Gewächses an derselben Stelle. (sog. ewiger Klee; Weinstock, Obstbäume). —

Die Landwirthe, Brauer, Brandweinbrenner, Bäcker u. sind längst vertraut mit der sehr abweichenden innern Eigenschaft des Getreides, je nachdem es in einem mineralisch abweichenden Erdreiche und unter Anwendung der einen oder der andern Düngergattung erzeugt worden und eine besondere Jahreswitterung darauf in Mitwirkung gewesen ist; und chemische Prüfungen haben gezeigt, daß unter solchen Umständen hauptsächlich das Mengen-Verhältniß zwischen Stärkemehl und Kleber Veränderungen erleidet, wogegen man andere jener Eigenthümlichkeiten durch chemische Zerlegung noch nicht zu ergründen und zu erklären im Stande war.

Nicht weniger zeigen alle Futtergewächse für das Vieh eine höchst abweichende, mit ihrem Massenertrag oft in entgegengesetzten Verhältnissen stehende Nährkraft, je nachdem sie auf dem einen oder andern Boden erwachsen sind; und namentlich gewinnt eine große Anzahl der Weiden-

pflanzen hierin auf Kalkboden. Auf diesem leſtern aber gewinnen beſonders faſt alle Gattungen des Klee's und anderer Schoten tragenden Gewächſe an gutem Gedeihen, ſo wie beſonders auch darin, daß erſtere daſelbſt über Dezzennien hin nach jedem bei eintretender Blüthe vorgeſommenem Schnitte lebhaft wieder nachtreiben, alſo lange auf derſelben Stelle ſich erhalten, und daß ſie ſich auch im Wechſel öfterer auf derſelben Stelle mit Erfolg wiederholt anbauen — laſſen, was alles auf andern Bodengattungen, ſelbſt bei der beſten Düngung, nicht der Fall iſt. Die Möglichkeit eines öftern Wechſels oder Wiederanbaues gilt auch für Hülsenfrüchte, ſo wie auch dieſe nach Maaßgabe des Bodens, auf dem ſie erwachſen ſind, ſich beim Kochen vollſtändiger auflöſen und an Geſchmack gewinnen.

Derſelbe Einfluß des Bodens giebt ſich auch bei vielen Gartengewächſen zu erkennen. Die Kartoffel wird bei einer mäßigen Größe, die ſie auf Sandboden, ſandigem Lehmboden erlangt, ſehr merklich mehreicher und ſüßer, als auf ſchwerem feuchten Boden, wo ſie eine talkige ſeifige Eigenschaft und zuweilen einen bittern Geſchmack annimmt; auch wirkt ein warmer Sommer zu Gunſten jener erſtern Eigenschaft, ein feuchtkalter hingegen mehr auf die andere. Sowohl die Kartoffel aber, wie viele andere Küchengewächſe, gelangen zu einem weit vorzüglicheren Geſchmack in kräftigem, länger vorher gedüngten Boden, als unmittelbar nach friſcher Düngung. Ebenſo nimmt Sellerie auf feuchtem ſchattigen Boden eine ſcharfe, zum Theil ungeſunde Saftbeſchaffenheit an; während der Meerrettig auf leichtem warmen Boden ſeine Schärfe verliert. Auch die heilſamen Kräfte des Baldrians (*Valeriana officin.*) und der Kreuzwurzel (*Polýgala amara*) verändern ſich nach Maaßgabe des Bodens und Stands

ortes sehr, und namentlich soll der erstere — auf Kalkboden an sonstig warmen Stellen erwachsen — doppelt an Kraft gewinnen, gegen den von andern Orten \*).

Nicht weniger gewinnt der Wein auf Kalk- und vulkanischem Gebirge erwachsen unter sonst gleichen Umständen an Feuer und zum Theil auch gewisse Eigenthümlichkeiten im Geschmacke (sogenannter „Erdgeschmack“); und selbst unsere wilden Holzarten zeigen in der Dauer ihres Holzes bei Verwendung zu Gebäuden u., so wie hinsichtlich ihrer Schwere, Hitzkraft, Harz- und Gerbestoffgehalt u. nach Maaßgabe des verschiedenen Bodens sehr bekannte Eigenthümlichkeiten, die allerdings zum Theil, aber keineswegs ganz, auf Rechnung des Klima's, der Lage u. gebracht werden dürfen.

Auch ohne Einfluß auf einzelne Theile der äußern Form ist der Boden nicht, sind sie auch nicht durchaus gerade sehr wesentlich, wie z. B. die Dicke und Farben der Baumrinden; Größe und Farbton der Blätter und kleinere Abweichungen in ihrer Ausformung.

**Anmerk.** Einzelne besondere Materialien über den Einfluß des Bodens und Standorts überhaupt auf die innere Eigenschaft und auch auf die Form der Gewächse, schon in Hoppe Taschenbuch für Botanisten. Jahrg. 1790; Cbermeier von den Standorten der Pflanzen im Allgem. und Krz. Gewächse insbesondere mit Hinsicht auf die Verschiedenheit in Kräften und Wirkungen u. Münster 1802; auch Flora. Regensburg 1828. XII. Jahrg. 1. Bd. 287. Ueber den Einfluß verschied. Gattungen von Dünger auf die Substanz der Pflanzen, Ray in Lhaers Annal. V. Bd. 1809. S. 210; ferner Hermb-

---

\*) Dem Verfasser so angegeben, zur Begründung von Einsammlungsgesuchen an besondern Stellen im Walde und zwar von unterrichteten Personen.

Städt Bulletin. II. Bd. 18 S. 1809 und Derselbe in d. Thaerschen Annal. - XIX. S. 1. S. 102. — Rasthofer (Alpenreise Karaw 1822. S. 227).

## §. 69.

Man war früher und selbst wieder in der neuern Zeit geneigt, jenen Einfluß des Bodens nach materialistischen Ansichten zu erklären, folglich das örtliche Gedeihen der Gewächse, so weit es durch den Boden bedingt wird, von denjenigen erdigen u. Bestandtheilen desselben abhängig zu machen, welche in der Asche von jenen wieder gefunden werden; das Nichtgedeihen derselben also entweder einem örtlichen Mangel solcher bedingten Erden u. im Boden, oder aber manchen von solchen Bestandtheilen in diesem zuzuschreiben, welche in der Asche von dergleichen Gewächsen nicht vorhanden zu seyn pflegen und die man also denselben für fremdartig und nachtheilig betrachtet. Man kann sich hierbei zwar allerdings auf die Thatfache stützen, daß die Menge-Verhältnisse zwischen den Bestandtheilen der Aschen bis zu gewissen Grenzen von der chemischen Zusammensetzung des Bodens und manches Gewächs in seinem natürlichen Vorkommen ganz von der letztern abhängig ist, wie z. B. die Kali- und Natron-, Gyps- und Kochsalz-Pflanzen. — Auch Th. v. Saussures bekannte Versuche über eine theilweise Übereinstimmung des Aschengehaltes der Pflanzen mit der Gebirgsart worauf sie erwachsen sind, hat in dieser Ansicht bekräftigt. Da dieselben die einzigen und genauesten sind, welche wir in dieser Beziehung besitzen und nicht immer ganz gewürdigt worden sind, so geben wir einen Auszug davon hier wieder.

| Granit v. Breven.       | a) Kalk<br>von<br>la Salle. | b) Kalk<br>des<br>Rekullei-<br>Thoiri. | Anmerkung.   |
|-------------------------|-----------------------------|--|--|
| Kiesel . . . . . 73,25  | 30,00                       | —                                      | Hier und da<br>fanden sich in<br>dem verwitter-<br>ten Gesteine<br>Antheile von<br>Kalkerde. |
| Thon . . . . . 13,25    | 4,06                        | 0,63                                   |  |
| Kalk . . . . . 1,74     | 24,86                       | 0,98                                   |  |
| Kohlensäure . . . . . — | 27,00                       |  |  |
| Eisen und Mangan 9,00   | 12,00                       | 0,63                                   |  |
| Verlust . . . . . 2,76  | 1,64                        | 0,50                                   |  |
| 100,00                  | 100,00                      | 2,74                                   |  |

In der Asche fand sich von

| der Fichte vom Boden des |         |         | dem Oleander<br>vom Boden des |         |         |
|--------------------------|---------|---------|-------------------------------|---------|---------|
| Granit.                  | Kalk a. | Kalk b. | Granit.                       | Kalk a. | Kalk b. |
| Kali . . . . . 7,84      | 20,00   | 15,00   | 10,82                         | 12,25   | 17,76   |
| Kohlens. Kalk . 46,34    | 51,19   | 63,00   | 30,02                         | 57,60   | 71,54   |
| Kieselerde . . 13,49     | 6,87    | —       | 14,86                         | 5,44    | —       |
| Thonerde . . . 14,36     | 11,95   | 16,00   | 5,00                          | —       | —       |
| Kohlens. Kalkerde 6,77   | —       | —       | 28,80                         | 13,32   | 5,93    |
| Metalloryze . . 10,52    | 10,00   | 13,00   | 8,40                          | 11,00   | 4,86    |

Die Resultate daraus sind folgende.

1) Ohngeachtet ein Kaligehalt in keinem jener Bodenarten aufgefunden worden war, so lieferten dennoch beide Gewächsorten erhebliche Antheile von Kali in ihren Aschen; besonders war der Betrag des letztern zweibis dreifach größer in der Asche der auf Kalkboden erwachsenen Fichten, in Vergleich der vom Granitboden; — wogegen der Kalkboden beim Oleander auf eine solche



Vermehrung des Kaligehaltes weit weniger hingewirkt hatte; also Beweis genug, daß die Individualität des Gewächses den äußern Einfluß bis zu gewissen Graden verändert. Übrigens ist der Einfluß des Kalkbodens auf einen reichlichern Kaligehalt der Holzaschen auch von andern Seiten allgemeiner bekannt.

2) Ohngeachtet des höchst unbedeutenden Kaligehaltes im Granitboden, ist dennoch der Kalkgehalt der darauf erwachsenen Pflanzen nicht bloß sehr erheblich, sondern wir sehen denselben auch auf Kalkboden nicht in dem Grade vermehrt, als man vornhergin unterstellen möchte und als es beim Kali der Fall war. Man darf demnach die zwei wesentlichen Bestandtheile aller Holzaschen, nämlich Kali und Kalk, ziemlich unabhängig von der Beschaffenheit des Erdreichs betrachten, ohngeachtet beide bei den auf Kalkboden erwachsenen Pflanzen eine Zunahme erleiden.

3) Der Kieselerde-Gehalt in beiden Gewächsarten allein deutet etwa auf eine mechanische Aufnahme, d. h. er ist nicht bloß in beiden ziemlich gleich, sondern sogar auch dem Kieselgehalte der Bodenarten einigermaßen proportional, und er fehlt in der Asche der Fichte und des Oleanders ganz, die auf Kieselerde-freiem Kalkboden gewachsen waren.

4) Auf den Thonerde-Gehalt erlauben wir uns einen ähnlichen Schluß nicht, da ihr Vorkommen in den Aschen für sehr problematisch gehalten wird.

5) Sehr merkwürdige Verhältnisse bietet wieder der Gehalt an Talkerde. In keinem der drei Bodengenüge war sie vorhanden, dagegen in der Asche der Fichte vom Granitboden fand sie sich, während sie

gerade den Fichten von beiden Kalkboden, wo sie eben-  
der zu erwarten gewesen wäre, fehlte; und auch bei dem  
Dleander vom Granitboden war ihr Betrag weit an-  
sehnlicher, als von beiden Kalkboden; es scheint also  
dieser Kalkerdegehalt mehr vom Organismus, als vom  
Boden abhängig.

6) Der Gehalt an Metallsoryden scheint eben-  
falls wieder mehr abhängig von dem Organismus oder  
der Individualität der Gewächsgattung, als vom Boden;  
und es ergibt sich dieses namentlich aus dem Verhalten  
derjenigen Gewächse, die den reichlichsten Eisengehalt in  
der Asche zu besitzen pflegen.

Diese und ähnliche Resultate dürften geeignet seyn,  
die Ansicht von einem zu mechanischen oder unmittelbaren  
Einflusse der mineralischen Zusammensetzung des Bodens  
auf den chemischen Bestand der Aschen sehr wesentlich zu  
modificiren. Dem kann auch der Umstand nicht entgegen  
gesetzt werden, daß es in neuester Zeit gelungen ist, ge-  
wisse erdige und metallische Infusionen, worin die Pflanz-  
en erzogen u. wurden, in dem Saft der lebenden Pflanzen  
unverändert wieder zu entdecken. Denn ohngeachtet dieß  
dem Begriffe widerspricht, daß die Verdauung der Ge-  
wächse in Ermangelung eines Magens auf der Wurzel-  
oberfläche schon statt finden muß und das Innere derselben  
also nur Verdautes oder assimilirte organische Säfte  
enthalten kann, so ist in letzterer Beziehung dennoch eine  
Ausnahme vielleicht so weit zulässig, als sie selbst bei  
den höchsten Stufen der Organisation noch statt hat,  
nämlich daß manche in den Magen dieser gebrachte Arznei-  
mittel und andere Substanzen (Quecksilber; Moschus;  
Farbestoffe) von hier aus im wesentlichen nicht verändert  
auch in einzelne untergeordnete oder niedere Systeme  
(Milz, Gefäße, Haut, Horn, Knochen u.) übergehen.

Da nun die Gewächse überhaupt auf einer weit niedrigeren Organisationsstufe als alle Thiere stehen, so kann diese Ausnahme bei ihnen vielleicht auch noch weiter reichen, und wirklich finden sich Andeutungen davon, in dem chemischen Bestande der vegetabilischen Oberhaut, der Baumrinden, der Fruchthüllen u. c.; — wogegen mehrere der am höchsten ausgebildeten vegetabilischen Säfte (Harze, Öle, u. c.) nicht einmal einen Aschenrückstand zurück lassen, andere dagegen darin z. B. keine Kiesel Erde und Eisen mehr entdecken lassen, woran die Rinden und das Holz im Allgemeinen am reichsten sind. Wie nun die Thiere die eben erwähnten Substanzen (auch Kochsalz) durch die Haut und auf anderm Wege wieder ausscheiden, so mag es wohl theilweise auch bei den Pflanzen der Fall seyn und darauf einmal: zum Theil die Erfahrung Caussures beruhen, daß oberflächlich abgewaschene Pflanzen nach dem Einäschern weniger Salze als andere liefern; zum andern ähnliche Ausscheidungen wie die des Tabasheers in den Knoten des Bambus; ferner die Überzüge oder Rinden von Kalkerde und Eisen, womit zuweilen die Oberfläche der Wurzeln bedeckt ist; und die Kalikryalle oder Körner, welche Schübler und Acharde in *Hydrurus crystallophorus* und etlichen ähnlichen Pflanzen entdeckten. Endlich sah Ersterer ja die von gewissen Gewächsen aufgenommenen Salze an verschiedenen Theilen ihrer Oberfläche ganz bestimmt wieder ausgeschieden werden \*); ebenso wie Zuccarini \*\*) Ausscheidungen von kohlensaurem Kalk von weißer Farbe in dem gekerbten Blattrande mehrerer Saxifragen entdeckte.

---

\*) Untersuchungen über die Einwirkung verschiedener Stoffe... auf das Leben der Pflanzen. Dissert. v. Zeller. Tübingen 1827.

\*\*) Flora 12. Jahrg. I. Bd. Regensburg 1829. S. 278.

Übrigens zeigen die Versuche Caussure's, daß nicht bloß durch die veränderliche Beschaffenheit des Bodens der Aschengehalt von einerlei Gewächsen in Menge und chemischer Zusammensetzung Veränderungen erleidet, sondern daß ein sehr merklicher Theil des Aschengehaltes der Gewächse denselben auch durch Regen- und Thau-Niederschläge zugeführt wird. Nicht weniger fand er, daß einerlei Gewächse, wenn sie vom Thau und Regen abgeschlossen in einem, mit destillirtem Wasser begossenen Sande wuchsen, ebenwohl einen Aschengehalt erlangten, obwohl nur  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{3}$  so groß, als dieselben Pflanzen in gewöhnlichem Gartenlande frei erzogen. Sollte man wohl geneigt seyn, die günstige Wirkung der Thaumniederschläge ebenfalls wieder einem Erdegehalte, oder einer Wirkung auf die Aschenantheile der Gewächse zuzuschreiben? —

**Anmerk.** Die neuesten Beobachtungen eines unmittelbaren Ueberganges von Salzaufösungen u. in den Organismus der lebenden Pflanzen, ohne diesen in allen Fällen gerade ein Kränkeln oder den Tod zuzuziehen, finden sich von Wiegmann in d. Schriften d. Gesellsch. zur Beförd. ges. Natur-Wiss. 3. Marburg. II. S. 1.; ferner in der Isis 3. u. 4. S. Jahrg. 1829 S. 285. und in Poggenb. Annal. 3. S. 1829 S. 492.

Ueber die mechanisch-chemische Wirksamkeit der Bodenbeschaffenheiten vergleiche man Dr. Sprengels Abhandl. über die Substanzen der Ackerkrume und des Untergrundes . . . . . und in welchen Fällen sie dem Pflanzen-Wachsthum förderlich seyn können in Erdmann's Journ. f. techn. u. ökon. Chemie II. Bd. 4. S. Leipzig 1828 und auch IV. 3. S.; außerdem verschiedentlich in den Mögliner Annal. v. Thaer.

## §. 70.

Der vorhergehenden Ansicht von einem mechanisch-chemischen Einflusse des Bodens steht die dynamisch-chemische entgegen. Sie betrachtet den betreffenden Gegenstand überhaupt aus folgendem Gesichtspuncte.

1) Der in Menge und chemischer Zusammensetzung veränderliche Aschengehalt macht nicht das Eigenthümliche der Gewächse an sich und auf verschiedenem Boden aus, sondern ihr Bestand an organischen Säften, worin der unorganische Stoff mit seinen Eigenschaften völlig untergegangen ist und sich nicht ehender stufenweis wieder zu erkennen giebt, als bis ersterer durch Leblosigkeit und stufenweise Entmischung dem gemeinen chemischen Prozeß wieder folgt und unterliegt. Manche vegetabilische Substanzen liefern bei völliger Entmischung gar keine Aschen, andere derselben mehr, andere weniger; und dieß letztere ist selbst bei einerlei Gewächssart auf verschiedenen Stufen des Alters der Fall.

2) Der Aschenrückstand der völlig entmischten Pflanzensubstanz findet sich auch in denjenigen Vegetabilien, welche entweder außer aller Berührung mit dem Boden blieben (Conserven etc.), oder doch aus diesem und von anderwärts gewisse Bestandtheile der Asche mechanisch gar nicht aufnehmen konnten. Er ist folglich im Allgemeinen so wenig edukt aus dem Erdreiche, als der Kaltgehalt in den Knochen des Hühnchens, den Vauquelin bekanntlich viermal größer fand, als in der Substanz des Ey's, woraus jenes hervorgieng. Demnach wird auch immer nur ein Theil des pflanzlichen Aschenrückstandes von der Beschaffenheit des Bodens abhängig.

3) Von nicht weniger Einfluß auf die Menge und die chemische Zusammensetzung des vegetabilischen Aschen-

rückstandes scheint der veränderliche Gang und manche Nebenumstände bei jenem Entmischungsprozeß selbst. In Folge dessen kommt es bloß auf die mechanische Behandlung an, ob der Zuckersaft der Rüben in wirklichem Zucker sich herstellen, oder statt dessen in verschiedene Salze sich umwandeln soll. Ebenso bildet sich Meilerverkohlung und bei völliger Einäschung des grünen Holzes unter Verhinderung jedes Flammenausbruches ein Uebersverhältniß von schwefelsaurem Kali, woran deshalb die Pottaschen mancher Gegenden sehr reich sind. Dieselben Abweichungen hat man — so wenig der Gegenstand auch noch gehörig gewürdigt worden ist) weiter noch im Aschenbestande der Saamen vor und nach dem Keimen bemerkt, so wie zwischen eingäscherten und verwesenen Pflanzen. — Nach Saussure sollen die phosphorsauren Alkalien durch das Einäschern sich sogar in phosphorsaure Erden umwandeln.

4) Nicht weniger, wie die besondere Beschaffenheit des Bodens, bewirkt auch das Alter des Gewächses, der Standort und die Jahreswitterung sowohl im Bestande der Säfte, als der Aschen, eine merkliche Veränderung. In ersterer Beziehung pflegt mit zunehmendem Alter des Gewächses der Gehalt an alkalischen Salzen abzunehmen, der an Erden und schweren Metallen aber sich zu erhöhen, und Saussure, welcher darüber die meisten und gründlichsten Versuche angestellt hat, hält das gleichzeitige Nebeneinander-Bestehen von gleichen Theilen Alkalien und Kalk- und Kiesel Erde ganz im Widerspruche mit der Natur und seinen Beobachtungen.

Der Einfluß von Standort und Jahreswitterung auf den Säftebestand ist allgemein bekannt, weniger aber der auf den abweichenden Aschen- und Alkaligehalt, wie ihn Bochoz bei einzelnen Gewächsen zwischen den

Jahren 1816, 1817 und 1818 fand (Jahrb. d. Wiener polytech. Inst. III. 1822). Saussure ist genigt, dieses ziemlich augenscheinliche Umgeformtwerden eines Pflanzenstoffes während der Vegetation in den andern, besonders je nachdem die organische Kraft (Verdauung) durch äußere meteorische Einflüsse mehr oder weniger unterstützt wird, dem kürzere oder längere Zeit hindurch angebauerten vegetabilischen Verdunstungsprozeß zuzuschreiben; wogegen man doch das oben schon (§. 68.) berührte veränderliche Verhältniß zwischen dem Stärkemehl- und Kleber-Gehalte des Getreides nicht bloß von der Bodenbeschaffenheit und der Düngergattung allein, sondern ebenfalls zum Theil von der Jahreswitterung, abhängen sieht. So fand Davy im Wintergetreide allgemein den Stärkemehlgehalt über den Kleber in einem vorwiegendern Verhältnisse stehen als im Sommergetreide, und daß wieder alles amerikanische Getreide verhältnißmäßig reicher an Kleber sey, als das im gemäßigten warmen England erzeugte. — Belege genug für die thätige Mitwirkung der organischen Kraft an sich oder unabhängig vom Boden auf die nähern oder entferntesten Bestandtheile der Gewächse! —

5) Gewächse welche den einen oder andern Erdstoff und Metall in besonderer Menge in der Asche zu besitzen pflegen, kommen nicht gerade auch auf den Bodenarten vor, welche an jenen am reichsten sind. So fehlen die sehr eisenreiche Aschen liefernden Heiden, und viele solcher Moose und Flechten, dem Eisenboden meist gänzlich; auch sind die Gewächse mit der kalkreichsten Asche nicht gerade auf dem Kalkboden, und noch weniger die an Kiesel Erde reichen auch auf Sandboden — heimathlich. So besitzen z. B. den reichlichsten Kiesel Erdegehalt die Rohrarten, welche — schwimmende Inseln bildend — nur

mit Wasser, aber keinem Kieselbrei, in Berührung stehen. Ähnliche Fälle bestehen in großer Zahl.

6) Der Aschengehalt überhaupt ist, — bei dem größten Theile den höher organisirten Gewächse wenigstens, — so unerheblich und auf so wenige Procente (2 — 4) beschränkt, daß in so fern schon die theilweis aus dem Boden in die Gewächse mit übergehenden Erdtheilchen materiell eine nur sehr unerhebliche Wirkung oder Miteinfluß auf die Ernährung zu äußern im Stande sind und dieser also nothwendig mehr dynamischer Natur seyn muß.

Zieht man alles Vorhergehende in Betracht, so läßt sich ein dynamisch-chemischer Einfluß des Bodens kaum bezweifeln und zwar davon folgender Begriff sich aufstellen.

„Die Verdauung oder Umbildung des rohen Nahrungsstoffes in eine anfänglichste vegetabilische Nahrungsflüssigkeit (Physiologie S. 61.) ist das Produkt elektrochemischer Wechselwirkung zwischen dem verschiedentlich zusammen gesetzten Erdreiche und der Wurzeloberfläche der Gewächse. Bei der Aufnahme dieser nunmehr schon organischen Flüssigkeit geht vielleicht ein oder der andere leicht auflösbare Bodenbestandtheil (auch künstliche Infusionen) in die niedern Systeme der Pflanzen (z. B. Interzellulargänge u.) mechanisch mit über und wird weiterhin erst entweder gleichzeitig mit dem anfänglichsten Nahrungsaft assimiliert, also völlig umgewandelt in die Masse der höher ausgebildeten vegetabilischen Säfte (Pflanzenfleisch) aufgenommen, oder aber — im Fall diese Assimilation nicht möglich ist — auf ein oder dem andern Wege aus den Säften und dem Habitus des Gewächses eben so unverändert wieder ausge-



schieben, wie manche Nahrungs- und Arzneistoffe aus dem thierischen Körper, indem sie hier auch nur die niedern Systeme durchwandert haben.

Mag es seyn, daß die, — außerdem für jede Pflanze eine bestimmte (normale) Mischung und Eigenschaft einhaltenden anfänglichsten und besondern Säfte, nach Maaßgabe der auf ihre Bildung mitgewirkten und zum Theil sogar in den Habitus mit übergegangenen Bodenbestandtheile, ebenso wie unter einer durch meteorische Einflüsse angeregten besondern Stimmung der Lebenskraft, — eine Eigenschaft, Fähigkeit und Richtung erlangen, um in der weitem Fortbildung im Organismus vorzugsweis leicht in den einen oder andern spezifischen und Näherbestandtheil des Gewächses (vergl. Chemismus d. Gew.) überzugehen, also bald auf Vermehrung des Klebergehaltes, des Stärkemehls *ic.* hinzuwirken, — so ist dieser Einfluß des Erdreichs auf die chemische Mischung der Pflanzensubstanz nunmehr ganz derjenigen analog, welche auch bei den Thieren, selbst der höchsten Organisationsstufen, in Hinsicht des Einflusses der verschiedenen Nahrungsmittel besteht und — wonach letztere ebenso — bald mehr auf Bildung von Fleisch, bald mehr auf die von Fett, Milch *ic.* hinwirken, — als dieselbe durch Kochsalz- und Spießglanz-Beimischungen *ic.* unter das Futter, so wie durch zufällige Witterungseinflüsse (erleichterter Fettansatz mancher Mastthiere *ic.* bei niedern Temperaturen) hervorgebracht werden kann.“

Ihre größte Unterstützung erhält diese Ansicht durch die vielfältigen ältern und besonders zahlreichsten neuesten Versuche über die Wirkung der mannigfaltigsten, dem

Erdreiche gewöhnlich fremden Substanzen aus allen drei Naturreichen auf die Vegetation, namentlich von Schübler und Zeller, Wiegmann, Göppert, und besonders auch der frühern sehr interessanten von Mejer (Wirkung des Pochsandes u. im Flußgebiet der Innerste \*). Im Wesentlichen geht daraus hervor:

a) Daß nur wenige Stoffe in kleinster Menge den Gewächsen überhaupt absolut tödtlich sind (Gifte nach Schübler u.); ja daß selbst Pflanzengifte u. derselben Gattungen, von welchen sie gewonnen wurden, wieder als Nahrung geboten, nachtheilig werden.

b) Daß fast alle andere Substanzen der verschiedensten Gattung, besonders Salze jeder Art, in geringsten Mengen dem Boden beigemischt oder unmittelbar mit der Pflanzen-Wurzel in Berührung gebracht, auf die Vegetation (als Reizmittel?) eben so sichtbar günstig einwirken, als sie in einer größern Menge nachtheilig werden und meist die Gewächse ganz abtödten. Dieß ist sogar der Fall, wenn dieselben genöthigt werden, sich aus gewissen von ihnen selbst abstammenden Säften zu ernähren.

c) Manche Gewächse nehmen dergleichen fremdartige Stoffe ohne allen sichtbaren Einfluß unverändert auf und verhalten sich folglich ganz gleichgültig dagegen (nach Schübler; Mejer); auf andere Gewächse äußern sie nur weniger oder geringere Wirkung, und einzelne dieser Pflanzen scheinen sich im Laufe der Zeit allmählig an diese Aufnahme von fremdbartigen

---

\*) Mejer über die Verheerungen der Innerste u. Göttingen 1822. II. Bde.

Stoffen zu gewöhnen, folglich dieselben nunmehr ohne merkliche Folge entweder zu verdauen oder auszuscheiden. Dem größern Theile und besonders dem zärtern Gewächse sind und bleiben jedoch dergleichen fremdartige Stoffe in jedem einigermaßen merklichen Betrage schon nachtheilig und es äußert sich diese Wirkung mehr oder weniger bald durch ein Kränkeln u.

d) Je mehr jene fremdartigen Stoffe sich zwischen das Erdreich vertheilen und die Witterung mehr naß, als trocken und heiß ist, um so weniger nachtheilig wirken dieselben, also umgekehrt wieder auch um so nachtheiliger (Mejer). Ebenso pflegen die in jener Weise erkrankten Pflanzen unter reichlichem Thau und Regen leichter sich wieder zu erholen.

e) Bei mehreren Versuchen schieden die Gewächse die unverändert aufgenommenen Salze auf alle oder gewisse Theile ihrer Oberfläche wieder aus, und in einem Fall dauerte diese Ausscheidung selbst nach dem Absterben der Pflanzen noch fort (Schübler).

Wir sehen also hier vornweg absolut tödtliche Stoffe; außerdem aber bei der Mehrzahl von Gewächsen die Verdauungskraft hinreichend für kleinere aber nicht für größere — Mengen des Fremdartigen; weiterhin zeigen sich Gewächse von starken Constitutionen (analog den animalibus omnivoris), andere von schwachen und insbesondere die Verdauungskraft durch Erdreich und Feuchtigkeit merklich unterstützt; auch das Ausscheidungsvermögen mehr oder weniger hervortretend. Ganz demselben Gesetze gemäß läßt das Gleichartige sich in den Gärten leicht wechselseitig auf einander tropfen; schon weniger sicher das minder Gleichartige und dieß meist mit merk-

lichem Einflusse z. B. auf den Geschmack der Früchte vom aufgefrosten; endlich mißlingt es durchaus bei völlig Ungleichartigem.

Anmerk. 1. Wenn schon Sprengel bei seinen Versuchen bemerkt, daß in den verdünnteren wässerigen Auflösungen des Humus leichter Gärungen entstehen, als in den stärkern Auflösungen, so darf es nicht befremden, daß man neuerdings vielen Pflanzen den vegetabilischen Extractivstoff, als Infusion zum einzigen Nahrungsmittel gereicht, nachtheilig werden sah, während die Torfgewächse solche Verhältnisse wieder ganz vorzüglich lieben.

Anmerk. 2. Die neuesten in diesem Felde gemachten Entdeckungen berichtigen oder verändern die in der Physiologie §. 33. und anderwärts aufgestellten Ansichten nur theilweis.

Anmerk. 3. Ehe sich bestimmter über den Einfluß des Bodens auf die Pflanzen-Substanz entscheiden läßt, muß diese unmittelbar nach der Trennung von den lebenden Pflanzen erst unter der Luftpumpe getrocknet und alsdann unter Berücksichtigung der Entdeckungen zerlegt werden, die neuerdings Chevreul im Bulletin d. sc. math. Tom. XI. mitgetheilt hat. Besonders müssen erst alle rein bereiteten Nährbestandtheile der Pflanzen (Stärke, Kleber, Harze u.) auf ihren Aschengehalt geprüft werden.

Anmerk. 4. Schon A. v. Humboldt sprach sich vor 30 Jahren mehr für eine dynamische, als mechanische, Wirksamkeit des Erdbereiches und seines Gehaltes an Feuchtigkeit und Humus aus. Vergl. dessen Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkreises. Braunschweig 1799. S. 135, 141 und 142.

## Zweiter Abschnitt.

## Gesetz der Bodenwirkung in theoretischen und praktischen Beziehungen.

## §. 71.

Es gehört hierher nun eine übersichtliche Darstellung des wechselseitigen Zusammenwirkens und Verhaltens der einzelnen Bodenbestandtheile gegeneinander und zwar sowohl, um daraus einen leichten Überblick über das früher in besondern Abschnitten einzeln Verhandelte zu gewinnen, also auch noch zur Begründung von besondern den praktischen Theil der Bodenkultur berührenden Theorien über die Wirkung des Bodens. — Das Ganze des Gegenstandes läßt sich aus den nachfolgenden einzelnen Schematismen übersehen.

## §. 72.

## Mechanisches Verhalten.

| —  | +   | +  |
|--|---|--|
| Bindende<br>oder   |   | Löchernde<br>oder  |
| Humus u. Wasser<br>fest haltende und Luft<br>absperrende Bestand-<br>theile. | Wasser u. Sauer-<br>stoff aufnehmende Be-<br>standtheile. | Wasser u. Sauer-<br>stoff fortleitende, die<br>Zersetzung des Humus<br>fördernde Bestand-<br>theile. |
| Der Thon.  | Humus, Kalk,  | Der Sand.  |
| (Magerer. Fetter.)   | Kalk, Eisen u.  | (Feiner. Grober.)  |
| Die Wärme schwer<br>aufnehmend und an-<br>haltend.                           | (Frei. Gebunden.)   | Die Wärme leicht<br>aufnehmend und lange<br>festhaltend.   |

Im mechanischen Verhalten bildet der Thon den strengsten Gegensatz zum Sande. Denn wie den erstern die höchste Zähigkeit oder Bindungsfähigkeit auszeichnet,

derselbe große Mengen Wasser mechanisch aufnimmt und lange anhält, dadurch weiterhin undurchdringlich für flüssiges Wasser und Luft (athmosphärisches Sauerstoffgas) wird, auch mit dem Humus chemisch und mechanisch sehr enge sich verbindet und gegen Zersetzung lange schützt, — so zeigt gerade umgekehrt der Sand die größte Zusammenhangslosigkeit, Lockerheit, nur wenige schnell vorübergehende Wasseraufnahme und Anhaltungs-fähigkeit, läßt dasselbe eben so leicht als die Luft mechanisch durch sich hindringen und trägt von dieser Seite alles zu einer schnellen Zersetzung des ihm unter-mengten Humus bei; — auch vermag nach diesem allen der Thon sich nur langsam, der Sand aber viel schneller aus der Atmosphäre zu erwärmen und die Wärme länger anzuhalten, als jener; wogegen der feuchte Sand für sich zu einer engeren Verbindung mit athmosphärischem Sauerstoff (Halbsäuerung) und Kohlensäure unfähig ist, während der feuchte Thon durch diese Eigenschaft sich auszeichnet und den übrigen Bestand-theilen sich einigermaßen anschließt. —

Diese Gegensätze oder Einseitigkeiten in den Eigenschaften des Thones und Sandes mäßigen und gleichen sich wechselseitig bei jeder gleichförmigen Vermengung von beiden — so aus, wie es die — ein gewisses dauerndes Maas von Feuchtigkeit, Sauerstoff und Wärme bedin-gende Wurzelverbreitung der Pflanzen — im Allgemeinen bedarf, — wogegen besondere Gewächse auch wieder eigenthümliche Mitwirkungen jener drei Factoren, — also Mischungen von Thon und Sand in abweichenden Verhältnissen — für ihr Gedeihen erfordern. — Dennoch eignet sich der Sand für sich allein noch eher für eine Vegetation, oder findet leichter das ihn dazu befähigende

Maas von Feuchtigkeit, als der reine Thon, welcher der Luft innerlich völlig sich abschließt. Ebenso wird die Einseitigkeit des Thones durch größere Feinheit oder Fettigkeit, die des Sandes dagegen durch zunehmende Grobkörnigkeit, erhöht.

In jenen mechanisch-physikalischen Eigenschaften halten Humus, Kalk, Talk, Eisen- und Manganoxyd ziemlich die Mitte ein; — hauptsächlich aber gebührt ihnen die hier (im Schematism) angewiesene Stelle und Bedeutung der Indifferenz; deshalb, weil sie einerseits in Verbindung mit dem Thone ebenso dessen Zähigkeit, als anderseits im Gemenge mit Sand dessen entgegengesetztes Verhalten, ermäßigen; d. h. sie bewirken in einem Falle mehr Lockerheit, Erwärmung und Säuerung des Thones, ermäßigen seinen Wasserüberfluß und Abgeschlossenheit, wogegen sie den Sand mehr bindend und wasserhaltend machen, und seine zu große Sauerstoff- und Wärmeleitung vermindern, also äußern sie zwei entgegengesetzte, durch jene beiden Pole oder Gegensätze bedingte Eigenschaften, zugleich. — Diese Wirkung äußern dieselbe jedoch mehr in dem freien Zustande einer bloßen Untermengung, als in dem einer innigen chemischen Aufnahme und Gebundenheit von Thon und Sand. — Endlich bezeichnet dieselbe auch noch die Eigenschaft, mit Wasser und Sauerstoff besondere engere Verbindungen und Zustände (Hydrate) eingehen zu können, wozu Thon und Sand nicht fähig sind (§. 20, 21 und 31). —

## §. 73.

## Chemisches Verhalten.

| —                               | +                               | +                               |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Wie Säure.                      | Vermittelndes.                  | Wie Basis.                      |
| Humus.                          | Wasser.                         | Kalk, Talk,<br>Eisen, Mangan.   |
| (Hydratische-auf-<br>lösliche.) | (In Wasser unauflös-<br>liche.) | (Hydratische-auf-<br>lösliche.) |
| Der obige.                      | Kiesel. Thon.                   | Die obigen.                     |

In chemischer Beziehung verhalten Humus, Kalk, Talk, Eisen- und Manganoryd in so weit sich gleich, als sie insgesammt durch eine freithätige chemische Verbindung mit Wasser und Sauerstoff, oder auch Kohlensäure, schon in ersterer (— noch leichter aber in Säure) auflöslich werden (gesäuerte Hydratebildungen liefern), welche Eigenschaft dem Thone und Sande, wenigstens unter den hier nur allein thätigen freien Naturwirkungen im Bodengemenge — gänzlich abgehen; und daher sind sie im gewöhnlichen Zustande weder in Wasser noch Säuren ohne weiteres unauflöslich. — Der Humus insbesondere nimmt in jener Weise sogar ganz die Eigenschaft einer Säure an, welche mit dem Kalk, Talk, Eisen und Mangan, ebenso wie mit andern Grundlagen, Salze zu bilden im Stande ist. — Das Wasser selbst spielt bei diesem chemischen Verhalten eine zweifache Rolle, nämlich einmal chemisch gebunden an jene Stoffe, und zum andern im freien oder flüssigen Zustande, als Auflösungsmittel. Sehr beachtenswerth in dieser letztern Beziehung sind die Beobachtungen von Struve (oben Seite 27. a), besonders hinsichtlich der äußern Verhältnisse unter welchen sich unter andern die Kohlensäure und verschiedene Salze den Mineralwassern am Tage



in Gruben beimischen, z. B. im 2ten Hefte s. Schrift die Bildung des bekannten Seidschüßer Wassers ic. —

# §. 74.

## Elektrisches Verhalten.

| —                                   | +                           | +                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Gesäuerter Pol.                     | Vermittelnde und Erregende. | Säuerungs-fähiger Pol.                |
| Kiesel und Thon.                    | Wasser.                     | Humus, Kalk, Talc, Eisen ic.          |
| Boden-Tiefe.                        | (Sauerstoff. Wär-me.)       | Boden-Oberfläche.                     |
| Zuftaustreibend und hydrat. firend. |                             | Zuftaufathmend und enthydrat. firend. |

Besitzt der Boden, wie es aus dem Vorhergegan- genen wahrscheinlich und theils erweislich geworden ist (S. 8. 43 ic.), gewisse elektro-chemische Eigenschaften oder Fähigkeiten, so dürfen wir weiterhin gewisse Übereinstimmungen zwischen den Actionen des Bodens und denen des galvanischen Apparates nicht unberührt lassen, indem dieselben jene erstern Unterstellungen noch mehr unterstützen. Es gehören dahin folgende.

a) Alle Körper sind fähig galvanische Wirkungen hervorzubringen, jedoch ist die Intensität der letztern von einer besondern galvanischen Capacität der erstern abhängig.

ad a) Alle Erdarten äußern zersetzende Eigenschaften gegen das Wasser und die atmosphärische Luft, jedoch einige (Kalk, Talc, Eisen ic.) mit vorwal- tender Intensität, und gerade diese letztern begrün- den auch wieder die größere Fruchtbarkeit des Bodens, unabhängig von aller Humusbeimengung.

b) Die Wirkung der galvanischen Säule ist weder von der Dicke ihrer Platten, noch ganz von der Summe ihrer Oberflächen, sondern hauptsächlich nur von ihrer Anzahl, also von der Summe der Berührungspunkte, abhängig.

ad b) Die zersetzende Eigenschaft des Bodens und seiner Fruchtbarkeit wird erhöht — durch Auslockern und Verkleinern (Pulvern) der Erdtheilchen, also durch Erleichterung des Zutritts der äußern Luft zu der vergrößerten Oberfläche der Bodenbestandtheile, so wie durch die mannigfaltigere Zusammensetzung derselben. — Daher der Unterschied zwischen rohem und bearbeitetem, und zwischen gemergeltem und nicht gemergeltem — Boden u. s. w.

c) Die galvanische Säule wirkt nur in einem hinlänglich befeuchteten Zustande, und ihre Wirkung läßt sich durch Befeuchtung mit Salzwasser, kalischen Laugen &c. wesentlich verstärken.

ad c) Die zersetzende Fähigkeit des Bodens und Verwitterung der Felsarten tritt ebenfalls erst mit ihrer Befeuchtung ein; auch wird sie und die daraus folgenden neuen chemischen Verbindungen (Nahrungsbestandtheile für die Pflanzen; die Verwitterung der Gesteine; der salzige Wändebeschlag Salpeterstoffe &c.) durch Befeuchten der Erden mit aufgelösten Salzen, Kalien, verdünnten Säuren &c. — sehr begünstigt. —

d) In Sauerstoffgas und im Sonnenlichte erfolgen die galvanischen Wirkungen lebhafter, als unter umgekehrten Umständen; in verdünnter oder wasserfreier Luft aber hören sie ganz auf.

ad d) Ein Gleiches gilt für den Boden in Hinsicht auf Verdünnung und Sauerstoffgehalt der Luft. — Denn je mehr sich nach starkem Sonnenschein der Boden erwärmt, die Atmosphäre beim Eintritt der Nacht aber abgekühlt und verdichtet, also eine größere Sauerstoffmenge in einem engeren Raum sich zusammengedrängt hat, um so lebhafter ist der Zersetzungsprozeß im Boden zu Gunsten der Vegetation. — Daher das lebhafteste Saftaufsteigen in den Gewächsen, ihre sichtbare Erfrischung — beim Wechsel sonniger warmer Tage mit kühlen Nächten.

e) Eine Abwechselung von Wärme und wiederholte mäßige Befeuchtungen erhöhen die galvanischen Wirkungen, Mangel an hinlänglicher Wärme aber hebt sie ganz auf. —

ad e) Schübler (vergl. oben S. 40) fand die Sauerstoff-Absorption der Erdarten bei der Kälte stille stehen, bei höherer Temperatur aber gewinnen. Ferner finden wir natürliche Salpeterbildungen im Großen nur in den heißen Erdstrichen von Ostindien, Egypten, Spanien, Ungarn u. wogegen dieselben in kältern Ländern selbst mittelst künstlicher Vorrichtungen nicht von besonderm Erfolge ist. Ebenso sehen wir in den heißen Ländern periodische Wässerungen der Grundstücke diejenige lebhafteste (vom thätigen Zersetzungsprozeß des Bodens abhängige) Vegetation hervorbringen, die in kältern Ländern nur durch starke Düngung, d. h. durch künstliche Erhöhung der Boden-Thätigkeit (§. 79.) bewirkt werden kann.

f) Die Metallplatten oxydiren sich in der galvanischen Säule in dem Verhältnisse ihrer Verwandtschaft

zu den Säuren; weshalb von denen in einer Säule vereinigten Metallen, sich dasjenige am stärksten oxydirt, welches das andere aus einer Auflösung in Säure nieder zu schlagen im Stande seyn würde.

ad f) Ziemlich dieselbe Erscheinung findet bei den Bodenbestandtheilen statt und namentlich zerfällt sich der Gyps und oxydirt sich nachher der kohlensaure Kalk und Talk, und nach diesen das Eisen u. s. w. in ziemlich consequenter Reihe, wie jene Metalle; wenn man anders ihre Halbverbindungen mit dem Sauerstoffe so annehmen darf.

Über die elektrischen Gegensätze in welchen die einzelnen Bestandtheile des Bodens gegeneinander stehen, und wie sie der vorstehende Prospekt wieder gibt, ist schon bei Abhandlung ihrer physikalischen Eigenschaften und namentlich ihres elektrischen Verhaltens im Einzelnen (§. 43.), — die Rede gewesen, und alles dort Angeführte unterstützt die hier nachgewiesenen — dem Galvanismus analogen — Wirkungen des Bodens noch mehr. Dem zufolge bilden Kiesel und Thon den stärksten Gegensatz zu Humus, Kalk, Talk, und Eisen, gerade so, wie in der voltaischen Säule das Silber oder Kupfer gegen den Zink und andere leicht oxydable Metalle; auch machen Wasser oder Feuchtigkeit, Sauerstoff und Wärme hier wie dort die vermittelnden oder erregenden Potenzen aus. — Ebenso ist aber auch ein bald +, bald - Verhalten von einerlei Erdstoff unter veränderten Nebenumständen (Umspringen der Pole) annehmbar. —

Das Erdreich, eine seiner Oberflächen der säuernden Atmosphäre, die andere der feuchten sauerstoffarmen Tiefe — darbietend, besitzt den negativen Pol zu unterst, den positiven Pol dagegen zu oberst, in

der ohnehin den meisten Humus enthaltenden äußersten Erdschicht. Dem gemäß wird die letztere dann durch länger dauernde Säuerungen aus der Atmosphäre allmählig ebenso übersäuert und durch engere Verbindungen mit dieser Luft in gewissem Maaße enthydratisirt (oben S. 47.) als in dem bis zu gewissen Grenzen tiefer liegenden Erdreich, unter einem gewissen Übergewichte von Feuchtigkeit gegen den Sauerstoff, die Dryd-Hydratbildungen begünstigt wurden, und deshalb erlangen die, durch Umarbeiten des Bodens hierher zurückgebrachten, vorher, lange zu oberst gelegenen Erdtheile, nunmehr ihren frühern der Vegetation günstigen Zustand wieder.

Anmerk. 1. Seit A. v. Humboldt der zerlegenden oder chemisch umbildenden Eigenschaft des Erdreichs einige Bedeutung beilegte (vergl. dessen Berl. d. Luft. S. 141 u.), hatte insbesondere der franz. Chemiker Longchamp und der engl. Graham den Wadialpeter und die Salpeter-Erzeugung überhaupt als ein Produkt jener Eigenschaft nachgewiesen und Müller in Breslau durch eigene Versuche dieß bestätigt (Kastner Archiv XIII. S. 4. S. 397.) — Es gehören dahin die bekannten Ede-Ausscheidungen aus salzigem Schlamme mehrerer Seen in Ungarn, Sicilien u.; so wie ähnliche Ausscheidungen von Schwefel in Ostindien u. (Kastner Archiv XV. S. 3. Seite 306). Besonders beachtenswerth hierbei sind die Efflorescenzen von Salzen in dichten, hohl über dem eintrocknenden Boden stehenden bleibenden Krusten wie sie in den nordafrikanischen und amerikanischen Steppen u. — jederzeit nur in sehr heißen Klimaten — häufig vorkommen. — Auch die sehr wirksame Beihülfe des Erdreichs zu einer schnellen mit Phosphoresenz verbundenen Zerlegung der Pflanzen-Substanzen (oben S. 51 Nr. 7), ist nicht zu übersehen. Nach Fontenellés Versuchen über Salpeterbildung (Journ. d. Pharm. Jan. 1824) lieferten Sand und gepulverter Granit, binnen drei Jahren an gesägten Orten erhalten und mit destillirtem Wasser begossen, kaum eine Spur von Salpeter; merklich mehr geben thon-

haltige Erden, und viel mehr kalkhaltige Erden, am allermeisten aber, wenn sie mit organischem Stoffe durchmengt waren; — so wie überhaupt recht feucht = warme, gegen Luftzug geschützte Stellen dafür bedingt werden.

Anmerk. 2. Die der thierischen Gesundheit so höchst nachtheiligen örtlichen Beschaffenheiten der Atmosphäre und blos dem wärmern Klimaten in tiefen Lagen während der wärmsten Jahreszeit eigenthümlich, — wie namentlich die bekannte malarialaria in Rom, haben zum Theil ihren Grund augenscheinlich in einer Zersetzungsthätigkeit und Luftausscheidung des Bodens; was sich ausführlich nachweisen läßt.

Anmerk. 3. Wenn nach Liebig's neuesten, höchst wichtigen Versuchen über das Platinschwarz hervorgeht, daß dasselbe ein Siebenhundertfaches seines Volumens an Wasserstoffgas zu absorbiren und auf seiner Oberfläche blos mit einer solchen Festigkeit zu verdichten im Stande ist, daß es in Folge dessen glühend wird, und ähnliche Erscheinungen an vielen andern Körpern sich darbieten (Selbstentzündung der Torfaschen, Kienruß, fettige Wolle etc.), so wird hieraus derjenige Zustand und Folge in welchem der atmosphärische Sauerstoff sich mit befeuchtetem Erreiche, Steinen etc. oberflächlich enge verbindet, einigermaßen erklärlicher.

## §. 75.

## Dynamisches Verhalten.

|             |              |                     |                     |
|-------------|--------------|---------------------|---------------------|
| —           |              | +                   | +                   |
| Erregbare.  |              | Vermittelnde.       | Erregende.          |
| —           | +            | Feuchtigkeit.       | —                   |
| Organische  | Mineralische | (Mater. und dynam.) | Sauerstoff. Wärme.  |
|             |              | Auslockerung.       | Kohlensäure. Licht. |
|             |              | (Mechanisch)        | (?).                |
| Bodenkraft. |              |                     | Bodenthätigkeit.    |

Die Vegetation, oder jedes Pflanzen-Erzeugniß, ist unter sonst gleichen meteorischen Einflüssen, — d. h.

wenn wir uns bloß auf die festen Bestandtheile des Erdreichs beschränken, besonders aber auch in technischen Beziehungen — gleichsam das Produkt von zwei Faktoren, nämlich einmal: des Zusammenwirkens der aus der Verwitterung der Felsgesteine hervorgegangenen eigentlichen mineralischen Bodenbestandtheile, und zum andern, der denselben beigemengten und im Laufe der Vegetation und Kultur sich weiter noch beimengenden Humustheilen, die organischer Abstammung sind. —

Daß unter Einwirkung der Meteore auf das feste Gestein dieses verwittert und zu Erdreich zerfällt, und dieses wie jenes unter denselben Einflüssen die Pflanzen-Gebilde der niedern Stufen ohne weiteres hervorzurufen im Stande ist, dafür sind schon ebenso die Belege gegeben worden, als wie für die Abhängigkeit dieses vegetativen Erfolges von der veränderlichen Zusammensetzung der Gesteine und Bodengemenge, d. h. diese einerseits rein mineralische Erzeugungskraft ist um so größer und hervorstechender, je mannigfaltiger jene gemengt und neben einem kieselig-thonigen Gehalte zugleich mit gewissen Antheilen von Kalk, Talk, Eisen- und Manganoxyd versehen sind.

Für die relative Größe dieser letztern mineralischen Kraft des Bodens bietet uns die Natur im Großen einen Maassstab in der abweichenden Geschwindigkeit, womit die Felsarten und humusfreien Bodensstellen unter freier Wirkung der Natur immer mehr oder weniger vollkommene, mannigfaltige und lebhaft vegetirende Überzüge von wilden Gewächsen erlangen. — Dieser natürliche Überzug erzeugt sich überhaupt aber in gewissen Stufenfolgen, d. h. er beginnt mit denjenigen Gewächsen, welche der Präexistenz des Humus





faktisch nicht statt hat oder noch nicht nachgewiesen werden konnte. Anders verhält sich dieß mit der zweiten Kraft, da die wirklichen Humusantheile des Bodens nicht bloß in Folge ähnlicher Auswaschungen, sondern auch durch die Fähigkeit ihrer Auflösung an der Atmosphäre (als kohlensaures und Kohlenwasserstoffgas ?), — verloren gehen, und auch in Folge des sehr veränderlichen Zustandes der ihre Entstehung oder Bildung bedingenden Vegetation (Bodenüberzug) sehr verschiedenlich vermehrt werden können (worüber in Folge gehandelt werden wird). — In so fern also läßt die eine jener Erzeugungskräfte auch eine ursprüngliche oder unveränderliche, die andere aber eine sehr veränderliche Kraft sich nennen.

#### §. 77.

Die mineralische Erzeugungskraft finden wir in dem Verhältnisse gesteigert werden, als den kieseligthonigen Bodenbestandtheilen, wenn auch nur in untergeordnetem Mengebetrag (vide oben §. 53.), — Antheile von Kalk, Talk, Eisen- oder Manganorydhydrat — wie überhaupt alle alkalische Erden, Alkalien, Salze in kleiner Menge — sich beimeschen, und beide erstere wenigstens zeigen sogar für sich allein, oder einzelne ohne Gemenge mit einer andern, eine so auffallende Erzeugungskraft, vor den übrigen Mineralbestandtheilen, daß von demselben jene Wirkung vorzugsweis abzuhängen, dagegen vom Kiesel- und Thonbestandtheile mehr die Bodenthätigkeit (§. 80.) bedingt zu werden — scheint. — Dieß zeigt sich namentlich schon aus der veränderlichen, ganz entgegen gesetzten Eigenschaft des Thon- und Sandbodens in den nördlichsten und südlichsten Klimaten.

Anmerk. Schübler's nachfolgende Versuche über das Keimen der Saamen in einfachen Erden (Hofwpler Bl. S. 94.) sind sehr interessant. Im befeuchteten Quarzsande keimten und entwickelten sich die eingelegten Saamenzörner sehr bald; verdorrten aber auch schnell bei nachlassender Befeuchtung an der Sonne. Zwischen Thon von weniger Fähigkeit entwickelten sich blos die Wurzelkeimchen, starben aber bald wieder ab, weil der Saamen die fest verklebte Oberfläche des Thons nicht zu durchbrechen vermogte. Im reinsten befeuchteten Thone blieb der Saame binnen 40 Tage unverändert, keimte nun aber sogleich, als man ihn in gewöhnliche Ackererde brachte. In reiner kohlensaurer Kalkerde keimten die Saamen sehr schnell, erreichten bald eine beträchtliche Höhe, bildeten viele Wurzelchen, und zeigten sich völlig gesund. Ebenso verhielten sie sich in kohlensaurer Kalkerde, und die Pflanzen besaßen hier ein besonders schönes saftvolles grünes Ansehen. Zwischen dem letztern Verhalten des Saamens und der Pflanzen und dem im Humus eingelegten, war gar keine Verschiedenheit zu bemerken; dagegen wuchsen die in gewöhnlicher Gartenerde gekäeten Saamen - Pflanzen weniger schnell, als in Kalkerde und Humus.

Diese Erscheinungen eines abweichenden Gedeihens der Vegetation aus dem veränderlichen Foderheitsgrad und Wasserhaltungsvermögen jener Erden, besonders der Kalk- und Kalkerde und des Humus, zu erklären, ist nicht zulässig, da sie sich hierin — ganz unter Wasser versteht, — gleich verhalten, und dessen ohngeachtet über dem Kalk, Kalk, Humus etc. die Conserven viel schneller und zahlreicher, wie in der die andern bedeckenden Wasserschicht, sich erzeugen (oben S. 40. Nr. 9); und dieser Umstand spricht denn hauptsächlich für die höhere Erzeugungskraft der letztgenannten Erbstoffe.

### §. 78.

Die mineralische Bodenkraft für sich reicht zur Erzeugung oder vollständigen Ausbildung einer großen Anzahl von Gewächsen vollkommen hin, wogegen andere

Pflanzen durch sie allein und ohne Mithülfe des Humus (oder der Kräfte organischen Ursprungs —) nur zu einer gewissen Ausbildungsstufe gelangen, also für die Erreichung der höchsten von diesen und namentlich für eine tüchtige Saamenbildung — des Humus mehr oder weniger bedürfen. — Auf diese letztere Bedingung hauptsächlich gründet sich die Verschiedenheit und Abtheilung der Gewächse nach Maassgabe ihres sehr veränderlichen oder abweichenden Kraftbedürfnisses für ihre vollständigste Ausbildung oder lebhaftes Gedeihen, welches bei ihrer Kultur so wesentlich berücksichtigt zu werden pflegt.

Jene strenge Bedingtheit des Humus für das Gedeihen vieler Gewächse deutet auf seine überwiegende, — jedoch gleichzeitig einer dynamischen zur Seite stehende — materielle Wirkung, also auf seine Fähigkeit, als Stoff von organischer Abstammung und kohligter Beschaffenheit auch ebenso leicht verdaut und in die stark gekohlte Nahrungsflüssigkeit der lebenden Pflanzen wiederverwandelt und zurückgebracht werden zu können, wie die stickstoffhaltigen thierischen Nahrungsstoffe, in die stickstoffreiche Thiersubstanz. In Folge dieser Eigenschaft zeigen sich denn auch sehr untergeordnete Beimengungen von Humus, in Vergleich der übrigen selbst der sonst wirksamsten Bestandtheile, schon von so hervorstechender Wirkung auf Pflanzen aller Gattungen ohne Unterschied (oben S. 53 u. 60.) und er ist deshalb nicht bloss als eine zweite, die Erzeugung der Pflanze bewirkende Kraft, sondern auch als ein — neben dem Wasser dazu wesentlich beitragender Stoff zu betrachten. Indem nun der Humus von zwei Seiten, nämlich materiell und auch durch die stärkste dynamische Wirkung sich so sehr auszeichnet, ist derselbe auch in demjenigen

Maasse, als er in steigender, obschon immer bloß untergeordneter — Menge dem Boden sich beimischt, im Stande gegen die Wirkung der mineralischen Bodenkraft sich das Übergewicht zu verschaffen und ihren Einfluß in gewissen arithmetischen Verhältnissen zurückzudrängen, oder zu indifferenziren und neutralisiren; obwohl denselben nicht gerade gänzlich zu verwischen. —

Demehr dagegen die mineralische Kraft in einem Boden vorwiegt, um so weniger bedarf es für gleiche Ernten der organischen Beimengungen, und daher bezeichnen die mineralisch-kraftvollsten Bodengattungen eigentlich die, einer Örtlichkeit vor der andern eigenthümliche Fruchtbarkeit. Übrigens bleiben jene arithmetischen Verhältnisse im Zusammenwirken der beiden Bodenkraften auf das vegetabilische Produkt ebenso nur innerhalb gewissen Grenzen folgerichtig; als auch der Effect bei ihrer stufenweisen Steigerung. — Unter andern ist das individuelle örtliche und zeitliche Verhalten der Witterung, so wie die Fruchtfolge (Bestellungswechsel), das gleichzeitige gemischte Zusammenstehen verschiedener Gewächse (Mengsaat), nicht ohne Miteinfluß.

Anmerk. 1. Die Summe der mineralischen Bodenkraft ist beim Kulturlande in den meisten Fällen der organischen weit untergeordnet oder gegen sie zurückstehend, in vielen andern Fällen (z. B. ungedüngte kräftige Bodentypen) aber nicht. Die Landpflanzen bedürfen derselben und der Mitwirkung des Erdbreichs für ihre Verdauung ganz besonders; nicht so die Wasser- und Sumpfpflanzen.

Anmerk. 2. Der reinste Sand und Thon besitzen für sich gar keine mineralische Kraftäußerung auf die Vegetation, ebenso wie sie keine Sauerstoff-Absorption fähig sind; die letztere zeigt sich dagegen bei der reinsten Kalk- und talk-

erde, und in demselben Maasse kommt beiden auch, neben dem Eisen und Humus, der höchste Einfluß auf die mineralische Bodenkraft zu. Sie gewinnen an letzterer aber durch eine Mengung mit den erstern ebenso, wie das Eisen und der Humus, und namentlich hat der reichste Humusboden (Torfland) erst einer Beimengung von Erbstoffen nöthig, um für die Mehrzahl von Gewächsen geeignet zu werden (oben S. 207 c).

Anmerk. 3. Man hat sehr Unrecht den Versuchen Crell's, Schraders u. m. And., über die Möglichkeit: „selbst Kultur-Gewächse ohne alle materielle Mitwirkung des Erdreichs, des Humus und der Atmosphäre bis zu gewissen Stufen fortbringen und in Vegetation erhalten zu können;“ — allen Werth für die Kulturlehre und Bodenkunde abzusprechen; und zwar darauf hin, daß dessen ohngeachtet ja doch erfahrungsmäßig weder Ackerbau, noch Waldbau, ohne bestimmte Grade künstlicher oder natürlicher Düngung völlig unmöglich sey. Allein jene erstern und viele ähnliche Erscheinungen in der freien Natur sollen auch nur gegen anderseitige Fehlschlüsse sicher stellen, welche das ganze Pflanzenprodukt von dem materiellen Einflusse — entweder blos des Humus, oder zugleich des Erdreichs und der Atmosphäre, abhängig machen, und folglich der dynamischen Wirkung des Bodens und Pflanzenebens zu wenig, oder wohl gar keine Beachtung schenken. Was würde im letztern Falle dann aber für ein Unterschied zwischen mehr und weniger fruchtbarem Erdreiche bleiben, wenn die Fruchtbarkeit unter sonst einerlei Umständen nur allein durch das Klima und den zufälligen Düngergrad bestimmt würde? — Und wie sollen denn nun die oben (S. 190) aus England und Deutschland als merkwürdigste Einzelheiten, aus der großen Summe ähnlicher Fälle angeführten Erscheinungen erklärt werden? Viel auffallendere Beispiele sind aus der Holzkultur bekannt! —

Anmerk. 4. Ausführlich hat der Verfasser die Lehre von den Kräften und Thätigkeiten des Bodens abgehandelt in seinen Beiträgen z. gesamt. Forstwiss. I. 3. P. Tübingen 1825.

## §. 79.

Keine von jenen beiden Bodenträften kann ohne einen gewissen Grad von Feuchtigkeit einerseits, und ohne eine die Absorption des atmosphärischen Sauerstoffes bedingte Zugänglichkeit der Luft und Wärme anderseits, wirksam werden; indem die electrochemische Thätigkeit des Bodens erst eine Folge der Wechselwirkung zwischen jenen allen ist; folglich der Boden ohne das gleichzeitige Zusammenwirken derselben völlig unthätig für das Pflanzenleben bleibt. Insofern also ist die Fruchtbarkeit des Bodens, außer der Summe der darin ruhenden Kräfte, zugleich von jenen, dieselbe in Thätigkeit und Wirkung bringenden Nebeneinflüssen abhängig.

Feuchtigkeit und Auflöserung sind hierbei die vermittelnden oder einleitenden Bedingungen, Sauerstoff und Wärme (mit dem Lichte und Kohlensäure) aber die erregenden Potenzen, welche auf die erregbaren mineralisch-organischen Bestandtheile und Kräfte im Boden einwirken; und namentlich bedarf die mineralische Bodenkraft für ihre Entwicklung einer zeitlichen einleitenden Bearbeitung (oben §. 45 — 49.) Letzterer bedarf auch einer Wiederholung so oft der Boden sich wieder festsetzt, oder durch Unkräuter u. versülzt, oder oberflächlich verharscht.

Die Bodenfeuchtigkeit ist nicht bloß die erste oder wesentlichste Einleiterin jenes in veränderlichem Grade thätigen Processes, sondern auch materiell dient sie hierbei einmal als Element der Pflanzensubstanz, und weiter noch als ein Medium, wodurch die Produkte jenes Wirkungen in flüssiger Form dargestellt und den Gewächsen als Nahrungssaft zugeführt werden. Dieser

Wichtigkeit der Bodenfeuchtigkeit wegen sehen wir denn auch von ihrer Nachhaltigkeit (nicht also von ihrer größten Menge oder der Masse) die vegetabilischen Erzeugungen oft mehr abhängig, als von der organischen Bodenkraft, und deshalb wird letztere in den heißen Klimaten durch eine bloße Auflockerung und Wässerung des Bodens bei seiner größern Erwärmung vollkommen ersetzt.

Anmerk. 1. Agronomen haben längst bemerkt, daß in feuchten Sommern die Kulturgewächse die Düngerkraft weniger erschöpfen, als in trocknen.

Anmerk. 2. Dichter Schluß des Waldes über dem Boden, also dichteste Beschattung des letztern und die Erhaltung der auf ihm ruhenden verwesenden Laubdecke, bewirken einen Grad von Lockerheit und Offenheit des Waldbodens, der seine künstliche Bearbeitung überflüssig macht.

# §. 80.

## Ernährungs-Verhalten.

| —  | +  | +   |
|--|--|---|
| Stoffreichend<br>oder hauptsächlich<br>Masse = vermeh-<br>rend | Beinahe indif-<br>ferent.<br><br>Kiesel. Thon. | Stoffumbildend<br>oder hauptsächlich<br>Eigenschaft her-<br>stellend. |
| Humus. Wasser.   |  | Kalk, Talk,<br>Eisen, Mangan  |

Hauptsächlich für Wasser-  
und Sumpf-Gewächse.

Hauptsächlich für Landgewächse  
und höhere Organisationen.

Hauptsächlich Masse = vermehrend wirken unter allen Umständen der Humus und das Wasser; und beide machen namentlich ja im Holzkörper zu ziemlich gleichen Theilen den chemischen Bestand aus; obschon die vegetative Kraft (z. B. bei den Conserven-Bildungen)

aus Wasser auch ohne weiteres Kohlenstoff zu bilden im Stande ist. — Ebenso wurde schon oben (S. 62 u.) nachgewiesen, welchen wesentlichen Einfluß das Erdreich überhaupt einmal: auf die Verdauungsfähigkeit der Gewächse, und zum andern: auf die innere Eigenschaften ihrer Substanz zu äußern im Stande ist, und daß hierbei überhaupt der Kalk-, Talk-, Eisen- und Manganotheil des Bodens am bemerklichsten mitwirken, ohne daß hierbei in der Hauptsache ein Materialismus zulässig ist. Daher legen wir den letztgenannten vier Bodenbestandtheilen die Fähigkeit der Stoffumbildung im Erdreiche und der Eigenschaftsherstellung in der Pflanzensubstanz — besonders bei.

#### §. 81.

Ebenso wie nicht alle Gewächse gleich kraftfordernd sind (oben S. 78.), d. h. für ihre Ausbildung der Mitwirkung einer gleichen Summe von Bodenkraft (besonders organischer) bedürfen, ebenso sind nicht alle in demselben Grade aussaugend oder Düngererschöpfend; insbesondere aber hängt mit dem vorwiegenden Kraftbedürfnisse eines Gewächses nicht immer auch ein stärkeres Aussaugungs-Vermögen zusammen; denn wir besitzen mehrere sehr viele Kraftwirkung fordernde Gewächse, welche dessen ohngeachtet in Vergleich anderer nur wenig von der Düngerkraft des Bodens erschöpfen.

Alle Gewächse ohne Ausnahme geben aber durch Verwesung des ganzen Habitus, den sie während ihrer Lebenszeit erlangten, dem Boden stets mehr Stoff wieder zurück, als sie daraus entnommen haben und so wird durch jede, der freien Natur überlassen bleibende Vegetation, vor allem der Humusgehalt des Bodens immer mehr und mehr erhöht, ohngeachtet fortdauernd ein Theil desselben an der freien Witterung zerstört wird.



Nicht alle Gewächse tragen jedoch in gleichem Grade zu der lehterwähnten natürlichen Kraftvermehrung bei. Es finden hierin große Verschiedenheiten statt; im Allgemeinen jedoch sind die perennirenden Gewächse zu jener weit geeigneter, als die ein- und zweijährigen. Das Abernten der Gewächse setzt jedoch einer solchen natürlichen Kraftvermehrung verschiedene engere Grenzen und hebt sie theilweis sogar wohl ganz auf; und zwar je nachdem dergleichen Abnutzungen des Pflanzen-Produkts vor oder nach der Blüthezeit und Saamenbildung, auch insammt der Wurzel, oder ohne dieselbe, geschieht ic.

In dem Maaße nun, wie die Kultur oder vielmehr die Zugutmachung der vegetabilischen Produkte die Bodenkkräfte erschöpft, müssen diese periodisch wieder hergestellt und aufgefrischt werden; und zwar die organische durch wiederholte Bedüngung; die mineralische aber durch Lockern und Wenden des Erdreichs (oben S. 47. und am Schluß des S. 74.) —

Auf diese veränderlichen Bedürfnisse und Eigenthümlichkeiten der Gewächse gründen sich nun sehr zahlreiche Regeln für ihre Kultur, die einen Gegenstand der Kulturlehre selbst ausmachen.

---

## Vierter Hauptabschnitt.

### Von den Merkmalen zur Unterscheidung des Bodens.

#### §. 82.

Man hat sich aus den frühesten Zeiten her verschiedene Mittel und Wege bedient, um Erkennungsmerkmale zu ermitteln und festzustellen für die verschiedenen Zusammensetzungen des Bodens und ihre Eigenschaften für die eine oder andere Gewächsart bei dessen Vorkommen in der Natur, also für die einfachste Beurtheilung seiner günstigen oder ungünstigen Beschaffenheit in jedem besondern Falle. Eine eigenthümliche Schwierigkeit liegt darin, daß die einfachern Mittel, so wie der empirische Blick, zu wenig Zuverlässigkeit und Bestimmtheit besitzen; andere Prüfungsmittel und Charakteristiken aber zu viele physikalische (chemische) Kenntnisse, Fertigkeiten, und Zeitaufwand erfordern, um allgemeiner in Anwendung kommen zu können.

Wir geben hier die verschiedenen Hülfsmittel der besprochenen Gattung, jedoch die unwesentlicheren nur sehr kurz an, um bei den werthvollern ausführlicher seyn zu können. Es sind folgende.

1) Rein mechanische oder empirische Prüfungsmittel, wie sie von Virgils Zeiten her öfterer

beschrieben, als mit Erfolg angewendet wurden. Dahin gehört das höchst empirische, jedem Dritten aber unbesriedigende Urtheilen nach dem äußern Ansehen, Gefühl, Geruch, Geschmack u.; ferner das Aufgraben von Löchern, das Schlemmen und nach dem Gesetz der Schwere — Niedersezenlassen — des Erdreichs, wie es v. Burgsdorf (Forsthandbuch 4. Aufl. 1800. I. S. 81.), Beckstein (Forstbotanik 1815. S. 120.) und Andere noch beschreiben. Etwas genügender ist schon Cadet de Vaux „Von der Kenntniß des Bodens“ Frankfurt a. M. 1804.“

2) Das rein=chemische Verfahren, d. h. eine sorgfältige chemische Zerlegung jedes Erdgemenges in seine Elementar= Bestandtheile, folglich auf seinen ganzen Gehalt an Kiesel-, Thon-, Kalk-, und Lallerde, Eisen und Mangan, — ohne Rücksicht von welchem der nähern Bodenbestandtheile (oben S. 5.) z. B. Quarz=Kiesel, Thon u. diese Elemente abstammen. Die wahre agronomische Einsicht von der Beschaffenheit des Erdreichs wird hierdurch also so wenig erlangt, als die eigentliche Zusammensetzung eines Gewächses nach seinen nähern Bestandtheilen, wenn man von diesen die Elemente überhaupt in Eins zusammenfaßt. Dennoch ist für diese Methode von Frenzel (Chemie für Forstmänner Leipz. 1800) nicht bloß eine Anleitung erteilt, sondern dieselbe von mehreren Chemikern wirklich angewendet worden (Pfaß; mehrere franz. Chem.) und noch neuerdings wird dieses Verfahren in der Hauptsache noch von Uré (Handwörterb. d. prakt. Chem.; deutsch Weimar 1825 S. 222) abgehandelt.

3) Das rein=physikalische Verfahren geht auf eine Prüfung des Erdreichs hauptsächlich auf alle die Eigenschaften hin, welche oben einen Gegenstand der S. 34, 35, 39, 40 u. ausmachten. Man unterstellte,

daß die wesentlichern derselben die Beschaffenheit und resp. Fruchtbarkeit des Bodens zuverlässig charakterisiren würden; bis man aufmerksam wurde, daß der wirklich fruchtbare Boden allerdings jene Eigenschaften im rechten Maaße besitze, aber nicht umgekehrt jeder Boden gerade fruchtbar sey, dem letztere zukommen, besonders da der Düngungsgrad, Kulturzustand, Klima und Lage des Bodens hierin so wesentliche zufällige Nebeneinflüsse ausfern. Dennoch ist auch in neuester Zeit von sehr achtbaren Seiten aus wieder die Anwendung dieses Verfahrens, zur Vergleichung der physikalischen Eigenschaften des Bodens verschiedener Landesgegenden mit ihren landwirthschaftlichen Produkten = Erträgen, in Antrag gekommen.

4) Eine chemisch-mechanische Prüfungsmethode hält die Mitte zwischen den beiden ersten Methoden ein und besteht darin, daß der Humus, die Eisen-, Kalk- und Thonerde-Bestandtheile des Erdbreichs, so weit sie frei und in der einfachsten Weise auflöslich sind, aus letztern chemisch ausgeschieden und gesondert auf ihren Betrag bestimmt, die als Rückstand bleibenden, in Säuren unauflöslichen Thon- und Kiesel-Bestandtheile, aber mechanisch durch Kochen und Schlemmen getrennt, — werden. Sie ist unter den künstlichsten Verfahren das anwendbarste, da sie die Nährbestandtheile des Erdbreichs ganz so, wie sie in dessen Gemenge vorhanden und auf die Vegetation wirksam sind, kennen lehrt; auch so weit das zuverlässigere Verfahren; als die Eigenschaft des Bodens überhaupt nach seiner chemischen Zusammensetzung aus jenen Nährbestandtheilen sicher erkannt werden kann und nicht zugleich von andern physikalischen Nebeneinflüssen abhängt. Es hat dasselbe endlich aber auch unter mancherlei kleinen Abweichungen, auf die wir weiter zurückkommen werden, allgemeinen Beifall

und Anwendung in den agronomischen Schulen der Zeit gefunden und es stützt sich darauf insbesondere auch die oben von S. 53 — 60 gewählte und durchgeführte Classification und Charakteristik des Bodens. Der §. 83 wird davon weiter handeln.

5) Dieser letztern Methode am meisten sich anschließend, offenbar jedoch einfacher, sicherer und allgemeiner verständlich, ist die Charakteristik des Bodens nach den Gebirgsarten, aus deren Verwitterung derselbe abstammt und worauf er meist noch ruht. Denn die Zusammensetzung der Gebirgsarten, so wie die Verwitterung und ihre Produkte, sind über den ganzen Erdball hin sich ziemlich gleich und einzelne derselben äußern eigenthümliche Wirkungen auf die Vegetation, deren Grund darzuthun, der Chemie noch nicht ganz gelungen ist. Durch die Felsart selbst ist also die Eigenschaft und Charakteristik des ihr zugehörigen Bodens ohne weiteres, sobald aber zugleich auch ihre chemische Zusammensetzung im Besonderen — gegeben, als die Bodengattungen aller Gebirgsformationen hierauf erst einmal vollständig chemisch werden durchgeprüft worden seyn. Man ist alsdann in der größten Mehrzahl aller Fälle der chemischen Zerlegung sobald überhoben, als man die Gebirgsformationen und ihre Einzellager mit Bestimmtheit zu unterscheiden weiß und dafür setzt alsdann die land- und forstwirtschaftliche Gebirgskunde in den Land.

Anmerk. Da die letztere unmöglich hier zugleich gegeben werden kann, sondern in einem besondern Theile des Gegenstand der Naturkunde für Agrikulturen überhaupt folgen wird, so ergänzen wir in dieser engeren Beziehung einstweilen hier die oben (§. 3.) abgebrochene Uebersicht der dahin einschlagenden Literatur in folgendem.

Mejer (Dr. J. Ch. Fried.) System u. u. Davy Agril. Chem. (oben §. 3.) —

Hansmanni Specimen de rei agrariae et 'saltuariae' fundamento geologico. Göttingae 1823; ins Deutsche übertragen von Dr. Körte (Versuch einer geologischen Begründung des Acker- und Forstwesens Berlin 1825).

Hellmann in einer Abhandlung (nach Hausmanns Vortrag in Pohls Arch. d. deutsch. Landw. XX. Bd. Jahrg. 1822 S. 539. Außerdem enthält derselbe Band und Jahrg. an andern Stellen noch andere dahin einschlägende Beiträge in derselben Beziehung.

Leonhard Naturgeschichte des Mineralreichs. Heidelberg 1825.

Hundeshagen Beiträge zur gef. Forstwissenschaft I. Bd. 3. H. Tübingen 1825.

Bacowell Grundriß d. Geognosie u. a. d. Engl. überf. v. Hartmann, Berlin 1830, ist ebenso theilweis dieses Inhalts, wie Meyer (G. F. W.) über d. Verheerungen d. Innerste u. Göttingen 1822; wogegen die forst- und landwirtschaftliche Gebirgs- und Bodenkunde, womit sowohl Behlen, als Krutsch ben Anfang gemacht haben, noch nicht vollendet sind.

6) Das sicherste und einfachste Merkmal für die Eigenschaft des Bodens würden endlich die darauf wild wachsenden Pflanzen allerdings abgeben; denn wo eine oder die andere derselben vorkommt, muß der Standort in allen Beziehungen ihr wohl angemessen seyn, und ihr Ansehen und Wachsthum möchte auch wohl abnehmen lassen, in wie weit dieß mehr oder weniger der Fall ist. Allein, da sehr häufig der umgekehrte Fall statt findet, nämlich, daß örtlich eine gewisse Beschaffenheit von Boden und Standort überhaupt vorkommt, ohne daß deshalb gerade auch die bezeichnende Pflanzenart vorhanden ist, so gewährt dieses Hülfsmittel auch keine folgerechte Unterstützung, ohngeachtet dasselbe, besonders in Vereinigung mit dem vorhergehenden immerhin seinen hohen Werth behält und sich jederzeit auch vieles Beifalles zu erfreuen hatte; nur fällt gerade in Hinsicht auf den letz-

tern das langsame Fortschreiten der dahin einschlagenden Beobachtungen sehr auf. Das wesentlichste aus letztern wird in S. 84. folgen, zugleich als Supplement einiger frühern S. S. —

So weit man die wilden Holzarten für diese Charakteristik des Bodens benutzt, hat man besonders darauf zu achten, daß zur Zeit wo die darauf vorkommenden Bäume ihre Entstehung und Hauptwachsthum erlangten, der Boden oberflächlich viel besser gewesen, seitdem also wesentliche Veränderungen erlitten haben kann, — was nur unter umsichtiger Vergleichung an Ort und Stelle zu beurtheilen ist. Eben so wenig läßt sich von einer guten und ausgezeichneten Waldvegetation folgerect auch auf eine gleiche Qualität des Bodens für den Landbau schließen, wogegen der Rückschluß von letztern auf jene wohl zulässig ist. Denn häufig vegetiren die Holzbestände in Folge ihres dichten, den Boden befruchtenden, schützenden und feucht erhaltenden Schlußes, so wie durch ihr tieferes Einwurzeln in den lockersten Sandboden, auf Kalk- und Kreidegebirg und an felsigen und auch zum Versumpfen geneigten Stellen sehr gut, während derselbe Boden entweder nur mittelmäßige und schlechte landwirthschaftliche Grundstücke gewähren, oder gar nicht dazu taugen würde.

Anmerk. 1. Unter den Schriften, welche über die in Frage stehenden Verhältnisse zwischen der Bodenbeschaffenheit und der Vegetation einige Belehrung ertheilen, führen wir hier folgende an.

Struve's Physiognomie der Erde. Leipzig 1802.

Meyer, Crome und auch Thaer (I. S. 33 b. rat. Landw.) am oben angef. Orte (S. 3.); auch G. F. W. Meyer a. o. a. D. (Flußgebiet der Innerste) und im Hannöb. Mag. 1824 S. 124.

Goldfuß und Bischoff Besch. d. Fichtelgebirgs. 1ste Th. Nürnberg 1817.

Leonhard, Kopp und Gärtner Propädeutik d. Mineralog. Frankfurt a. M. 1817 S. 182.

Lind (H. Fried.) Abhandl. Florae Götting specim. veget. solo calcar. propria. und in usteri Annal. XIV. 1. S. 10.

Wahlenberg in der Vorrede oder Einleitung in seiner Flora Carpathorum.

Sprengel (Dr. G.) in d. Mögliner Annal. d. Landw. XIX. 2tes Stück u. anderw. daselbst.

Kohrer Abriss d. westl. Prov. d. Östreich. Staates. Wien 1804.

Anmerk. 2. Wie die Landwirthe die Boden-Qualitäten nach der Bestellungsweise charakterisiren, so die Forstwirthe zum Theil nach dem Holzmassenertrag pr. Morgen auf jedes Jahr. Keines dieser Hülfsmittel gehört jedoch hierher!—

### §. 83.

Hinsichtlich des im vorhergehenden §. unter Nr. 4 erwähnten gebräuchlichsten chemisch-mechanischen Verfahrens sind hier nun theils einige Abweichungen in dessen Behandlung zu berühren, theils einige Anleitungen dafür zu ertheilen, obschon das Technisch-chemische derselben der Agrikulturchemie angehört.

Auf dem zu untersuchenden Boden müssen, wenn man nicht sehr unrichtige Resultate erhalten will, an mehreren Stellen kleine zylinderförmige oder gleichweite Löcher niedergestochen und das Erdreich daraus bis zu einer Tiefe herausgeholt werden, bis zu welcher die Beschaffenheit in Frage steht. Eine Art Erdbohrer erleichtert dieses Einsammeln sehr, und da man dadurch viel größere Quantitäten Erdreich, als zu den Versuchen nöthig ist, erlangt, so mengt man die Masse des Ganzen in einem Beutel von Leinen tüchtig durcheinander und nimmt alsdann soviel davon weg, als zum Versuche nöthig ist. Für denselben Zweck bei Waldboden und die



Untersuchung des Untergrundes ist zuweilen das Aufgraben von 2 — 4 Fuß tiefen Gruben nöthig und man hat alsdann auch immer dafür zu sorgen, daß aus jeder Tiefe des Erdreichs gleich viel Masse aufgesammelt wird.

Den zu untersuchenden Boden vorher völlig auszutrocknen, oder vor dem Wiegen bei 60 — 80° Reaumur erst auszudürren, schwächt die leichte Auflöslichkeit in gewöhnlichen Säuren und Temperaturen, besonders seines Kalks, Eisen- und auch Kalkgehaltes, in merklichem Grade; und das Ausdürren bei einer Siedhitze versetzt ihn ohnehin in einen ganz naturwidrigen Zustand. Man kann dieses dadurch umgehen, daß man das eingesammelte und von groben Beimengungen gereinigte Erdreich sogleich in verschlossenen Gläsern gegen Austrocknen schützt, vor dem Versuche aber zwei völlig gleiche Portionen dieser noch mäßig feuchten Erde abwägt und nun nur eine derselben ausdörret, um das richtige Gewicht für diese und die andere Portion zu erhalten. Wir wollen sie den ungedürreten und gedürreten Theil des Bodens nennen.

Der letztere kann verwendet werden, um den Humusgehalt des Bodens zu ermitteln, und zwar einmal: durch Abkochen in kohlensaurem Kali für den auflösliehen Humus; und zum andern mit Alkali, zum Ausziehen des unauflösliehen und unvollkommenen Humus. Sowohl die erste, als noch weit mehr die zweite Operation, vermehren die Auflöslichkeit des Erdreichs weit über den ursprünglichen Zustand hin und namentlich pflügt sich ein Theil der Thonerde in Alkali neben dem Humus unauflöslieh zu erhalten und muß zuletzt durch Ausglühen davon getrennt werden. Deshalb läßt sich dieser zur Humusausscheidung gebiente Theil des Erdreichs zur Bestimmung des auflösliehen Kalks, Kalks, Eisens und Mangans Antheils nicht wohl mehr benutzen; oder man erhält

wenigstens die *Maxima* an auflösliehen Theilen. Die Anwendung von Ammonium statt des Kalk's beugt übriggens diesem Umstande einigermassen vor.

Der ungebürzte Theil des Erdreichs wird sogleich mit etwas Wasser und Säuren übergossen und einer gewöhnlichen oder nur wenig erhöhten Temperatur ausgesetzt, damit die Säuren (Salz- oder auch Salpetersäure) den freien Antheil von Kalk, Talk, Eisen und Mangan ausziehen. Ganz vollständig geschieht das letztere nicht, im Fall der Boden sehr reich an Humus ist, indem die Humusäure gewisse Antheile von Kalk, Eisen u. ziemlich festzuhalten pflegt und deshalb eine mäßige Erwärmung des Aufgusses oder längeres Stehen in letzterer nöthig macht. Man erlangt gewöhnlich also die *Maxima* an auflösliehen Stoffen, jedoch offenbar mehr in dem rechten Betrage oder übereinstimmender mit dem natürlichen Zustande des Erdreichs, als im erstern Falle, wo dieser Zustand durch Anwendung von Alkalien in der Siedhize sehr verändert wird.

Das Niederschlagen und gesonderte Herstellen jener vier in Säuren auflösliehen Antheile des Bodens geschieht in der gewöhnlichen Weise, nur hat man zu beachten, daß meist auch ein kleiner Antheil Thonerde neben jenen (und ursprünglich wohl in näherer Verbindung mit demselben gewesen) sich mit auflöst und also davon getrennt werden muß. Endlich trägt die Stärke (Concentrirung) der angewendeten Säuren merklich zu der Menge der gewonnenen auflösliehen Theile bei, und man also darauf zugleich noch zu achten.

Zur Prüfung des Erdreichs auf seine physikalischen Eigenschaften, so wie zur Ermittlung seines ursprünglichen Gehalts an in Wasser auflösliehen Salzen u. s. w.,

darf es vor dem Versuche noch weniger ausgetrocknet und und ausgedürrt gewesen seyn, als für jeden andern Versuch; es bedarf zu erstern auch weit größerer Mengen von Erde, als bei letztern. — Vermuthet man einen Gehalt an Gyps, so verräth diesen ein mit sehr heißem Wasser gemachter, jedoch nicht zu sehr verdünnter Aufguß, den man in zwei Hälften theilt, und die eine Hälfte mit Zuckersäure auf relativ freien, die andere mit salzsaurem Baryt aber auf schwefelsauren Kalk prüft. Das Abkochen des Erdreichs mit kohlensaurem Kali zur Gewinnung des Humus zersezt bekanntlich den Gyps, und deshalb wird er in dem auf solche Weise behandelten Erdreiche leicht übersehen.

Der sowohl nach dem Abkochen mit Alkalien, als nach jener Infusion mit Säuren, zurückbleibende unlösliche Theil des Erdreiches, wird durch Abkochen in Wasser und sorgfältiges Schlemmen von allen Thonteilchen u. geschieden und so der reine Quarzsand gesondert hergestellt und getrocknet. Sein Gewicht, zusammen mit dem aller auflöslichen Theile, nunmehr abgezogen vom Gewicht der ganzen Erdmenge, giebt den Betrag des abschwemmbarren Thones, im Falle man denselben aus dem Schwemmwasser nicht ausgesondert und besonders gewogen hat.

Die Zerlegungen des Bodens bei diesem Verfahren müssen nothwendig ganz andere Ergebnisse liefern, als die nach den ältern und auch manchen spätern; auch ist es nöthig von denselben genaue Notiz zu nehmen, wenn die Resultate nicht irre führen sollen. Wenn demnach die ältern Agronomen nach Einhof's Methode (dessen Grundriß d. Chemie f. Landwirthe I. Berlin 1808) den Humusgehalt des Erdreichs nach dem Gewichtsverluste bestimmten, welchen das vorher schon in der Siedhitze

gebörste Erdbreich weiterhin noch bei stundenlangem Glühen erlitt, so mußte nothwendig jener eingebildecete Humusgehalt sehr bedeutend ausfallen und oft 20 bis 30 und noch mehr Procente erreichen, da durch dieses Glühen der chemische Wassergehalt des Thones, Kalks, Eisen u. zugleich mit verloren gieng.

Noch weniger richtig oder vollständig konnte der Betrag an auflösliehen Theilen ausfallen, indem jene stark geglühte Erde weiterhin mit Säuren behandelt wurde. Denn der Gehalt an Eisen und Mangan war nun völlig unaufslöslieh geworden zum großen Theil aber auch der in engere Verbindung mit dem Thone gewesene Kalk- und Kalkantheil. Den letztern und einen Eisen- oder Mangangehalte geben jene frühesten Analysen auch gar nicht einmal an. — Aber selbst der Thon war nunmehr mit dem Staubkiesel in Eins verbacken, hatte Erweichbarkeit und Abschwemmungs-Fähigkeit verloren und so konnten also nicht einmal Sand- und Thongehalt des Erdbreichs auf jenem Wege befriedigend bestimmt werden.

Seit der Anwendung des Kalks zur Ermittlung des Humusgehaltes haben die Resultate solcher Zerlegungen überhaupt sichtbar gewonnen; — man nimmt nunmehr sorgfältiger auf den Kalk- und Eisenantheil Rücksicht, so wie auf die vollständigere Scheidung von Sand und Thon.

Anmerk. Dem Verfahren von Einhof ist auch Crome und Andere gefolgt. Permbstädt (oben S. 3.) gab mit zuerst die verbesserte Methode; jedoch ist selbst die von Davy und Chaptal noch nicht ganz befriedigend. Die sorgfältigste und neueste Anleitung ist die von Dr. C. Sprengel im zweiten Bande und vierten Hefte von Erdmann Journ. f. techn. und ökon. Chemie. Leipzig Jahrg. 1828.

§. 84.

Wir geben nunmehr auf den Grund verschiedener Autoritäten auch diejenigen Gewächse an, welche — unter sonst gleichen Verhältnissen des Standortes — die Beschaffenheit des Erdreichs mehr oder weniger bestimmt charakterisiren, d. h. in ihrem natürlichen Vorkommen entweder nur allein auf die eine oder die andere Bodengattung beschränkt sind, oder aber daselbst vorzugsweis häufig und zahlreich erscheinen, so wie auch viel besser als andernwärts gedeihen. Es sind dafür jedoch gewisse Grenzen bedingt, indem in der Lebensgeschichte und Kulturlehre insbesondere die örtlichen Verhältnisse ausführlich abgehandelt werden, unter welchen jedes betreffende Einzelgewächs mehr oder weniger zu gedeihen pflegt. In Folge dessen wurden hier denn auch vorzüglich die wilden Gewächse und namentlich die sogenannten „Unkräuter“ berücksichtigt, zudem da sie den Charakter des Standortes meist bestimmter aussprechen, als die Kulturgewächse selbst; — obschon wir uns bescheiden, daß in den betreffenden Beziehungen noch vieles zu berichtigen bleibt, und dieses bei passenderer Gelegenheit selbst noch nachzuholen hoffen.

Es schien nöthig, mittelst besonders bei jeden Pflanzennamen beigefügten Zeichen, die Quellen anzudeuten, woraus die Angaben entlehnt sind. Die Bedeutung der Zeichen ist folgende:

- \* Bezeichnung für diejenigen Gewächse, welche natürlich bloß auf die in Frage stehende Bodengattung wirklich beschränkt sind, oder es vorerst doch scheinen.

Th. — Thaer rat. Landw. I. S. 38 1c.

Gr. — Gromer in d. ob. aufg. Schrift.

Ppd. — Propädeutik d. Mineralogie v. Leonhard 1c.

Sppl. — Sprengel a. ob. a. D.

Mir. — Mejer a. ob. a. D.

Fl. — Lind a. ob. a. D.

Koh. — Kohrer a. ob. a. D.

Gsb. — Gasebeer.

Hdgn. — der Verfasser selbst.

## Pflanzen des Granitgebirgs.

### Phänerogamen.

NB. Bis dahin noch keine beobachtet.

### Kryptogamen.

|  |                      |
|--|----------------------|
| Gymnostoma Hedwigia (auch<br>auf Thonschiefer) | L. lapida            |
| Gym. trichodes                                 | L. murina            |
| Gyrophora pustulata                            | Tetraphis ovata      |
| Lecanora dendritica                            | Timmia austriaca     |
| L. falsaria                                    | Urceolaria acrotella |
|  | Verrucaria acrotella |

NB. Sämmtlich nach Leonhards Propädeutik.

## Pflanzen des Thonschiefergebirgs.

### Phänerogamen.

Mehrere Gattungen von Senecio, Digitalis und Epilobium ic. in zahlreichen Gruppen den üppigen Ueberzug des Bodens bildend.

### Kryptogamen.

|   |                      |
|---|----------------------|
| Grimmia cribrosa (auch auf<br>Basalt)     | L. Dicksonii         |
| Gymnostomum Hedwigia<br>(auch auf Granit) | L. viridi-rufa       |
| Lecidia cupularia                         | Lepraria Flörkeana   |
|   | Verrucaria epipolaea |

NB. Sämmtlich nach Leonhards Propädeutik.

## Pflanzen des Porphyrgebirgs.

### Kryptogamen.

Verrucaria porphyria (Hofm.) Ppb.

## Pflanzen des Basaltgebirges.

### Phanerogamen.

Mehrere Gattungen von Senecio, Digitalis und Epilobium u. im dichtesten Stande und üppigsten Wuchse. Hdg.

Sambucus ebulus häufig auf basaltischem eisenreichen Lehmboden. Hdg.

### Kryptogamen.

Asplenium Ruta-muraria

A. Trichomanes

Weide auch auf andern Gesteinen, aber minder zahlreich u.

Grimmia cribrosa (auch auf Thonschiefer)

Lecidea umbrina

NB. Bis dahin n. Leonb. Prop.

Lichen badia Hofm. (Hdg. am Meißner)

L. glaucoma Hofm. (verf.)

## Pflanzen des Sandsteingebirges und des Sandes.

### Phanerogamen.

\* Aira canescens Ppd. Gr. (Sand)

A. flexuosa Eogl.

A. praecox Ppd.

Alyssum calycinum, campestre und incanum Ppd. u. Gr. (auch auf lehm. Sandboden)

Antirrhinum arvense Ppd.

\* Arenaria rubra Ppd. u. Gr.

Artemisia campestris Ppd. u. Gr. (auf lehm. Sandbod.)

\* Astragalus arenarius Ppd. u. Gr.

Avena caryophyllaea Eogl.

Bromus tectorum Ppd.

\* Carex arenaria u. C. hirta Ppd. u. Gr.

Cerastium semi-decandrum Ppd.

Chrysanthemum segetum. Gr.

Draba verna Ppd. u. Gr. (auf lehmigem Sandboden)

\* Elymus arenarius Ppd.

\* Erica vulgaris; (auch auf lehmigem Sandboden, wie die Mehrzahl aller Heidegattungen, jedoch kommt E. carnea auf Kalt- u. Vulkan-Boden.)

\* Festuca ovina Ppd. u. Gr.

Festuca bromoides u. Myurus Ppd.

\* Genista tinctoria, pillosa u. (Meist auf Sand u. lehmigem Sandboden)

\* Gnaphalium arenarium Ppd., Gr. u. (i. rein. Sand.)

Gnaph. dioicum; arvense, montanum u. luteo album Gr. u. Efb. (Meist auf lehmigem Sandboden.)

Herniaria glabra u. hirsuta Ppd. u. Gr. (auf lehmigem Sandboden)

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| * <i>Hieracium pilosella</i> Ettl.    | <i>Scleranthus annuus</i> und <i>per-</i> |
| * <i>Hyoseris minima</i> Gr. (Lap-    | <i>rennis</i> Ppd. u. Gr. (lehmig-        |
| <i>sana pusilla</i> Ppd. u. Ettl.     | Sandboden)                                |
| <i>Iasion montana</i> Ppd. u. Gr.     | <i>Spartium scoparium</i> Ppd.            |
| <i>Iberis nudicaulis</i> Etl.         | u. Gr. (auf lehmig. Sandbod.)             |
| <i>Ilex aquifolium</i> (Vorzugsweis   | <i>Spergula arvensis</i> (S. <i>pen-</i>  |
| auf Eantsteingebirg)                  | <i>tandra</i> ) Hbgt.                     |
| * <i>Nardus stricta</i>               | <i>Statice Armeria</i> Ppd.               |
| <i>Panicum verticillatum</i> Gr.      | <i>Trincia hirta</i> Ettl.                |
| * <i>Plantago arenaria</i> Ppd. Gr.   | <i>Vacinium Myrtillus</i> Hbgt.           |
| <i>Poa decumbens</i> Ettl.            | <i>Verbascum thapsus</i> u. <i>thap-</i>  |
| <i>Potentilla verna</i> Ppd.          | <i>siforme</i> Ppd., Gr. u. Etl.          |
| <i>Rubus</i> (die meisten Arten) Etl. |   |

Noch besonders führen vom lehmigen Sandboden  
Crome, Thier u. folgende an:

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| <i>Agrostis spica-venti</i>               | <i>Erodium cicutarium</i>      |
| <i>Agrostis vulgaris</i>                  | <i>Euphorbia Cyparissias</i>   |
| <i>Allium carinatum</i>                   | <i>Geranium rotundifolium</i>  |
| <i>Aphanes arvensis</i>                   | <i>Hypericum humifusum</i>     |
| <i>Arabis Thaliana</i>                    | <i>Myosotis arvensis</i>       |
| <i>Asparagus officinalis</i>              | <i>Myosurus minimus</i>        |
| <i>Anthemis Cotula</i> u. <i>arvensis</i> | <i>Panicum glaucum</i>         |
| <i>Carlina vulgaris</i>                   | <i>Plantago lanceolata</i>     |
| <i>Crepis tectorum</i>                    | <i>Rhaphanus Rhaphanistrum</i> |
| <i>Cucubalus Orites</i>                   | <i>Rumex Acetosella</i>        |
| <i>Dianthus deltoides</i> und <i>are-</i> | <i>Thymus Serpillum</i>        |
| <i>narius</i>                             | <i>Trifolium arvense</i>       |
| <i>Erigeron canadense</i> u. <i>acre</i>  |                                |

#### Kryptogamen.

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Cenomyce rangiferina</i> und   | <i>Lycopodium complanatum</i>    |
| <i>roseus</i> (Cladon. eriocto-   | Etl.                             |
| <i>rum</i> Mjr.) Mjr.             | <i>Polytrichum albicans</i> Ppd. |
| <i>Dicranum cerviculatum</i> Ppd. | <i>P. piliferum</i> Ppd., Gr. u. |
| <i>D. purpureum</i> Ppd.          | Etl.                             |
| <i>D. rigidulum</i> Ppd.          | <i>Pteris aquilina</i> Mjr.      |
| <i>Grimmia controversa</i> Ppd.   | <i>Trichostomum canescens</i>    |
| <i>Hypnum albicans</i> Ppd.       | Ppd. u. Etl.                     |



# Pflanzen des Thonbodens \*).

## Phänerogamen.

(Nach Grome, Thaez u.)

**Arctium lappa**  
**Anthyllus Vulneraria** Ppb.  
**Bromus giganteus**  
**Chenopodium polyspermum**  
**Dactylis glomerata**  
**Galium Aparine**  
**Lactuca Scariola** Ppb.  
**Leonurus Cardiaca**  
**Lathyrus tuberosus**  
**Myrica Gale** (n. Sinclair  
 und Andere.)

**Potentilla Anserina** Ppb.  
 argentea Ppb.  
**Serratula arvensis** (n. Thaez  
 auch auf Lehmboden)  
**Sonchus arvensis**  
**Stachys palustris**, und ar-  
 vensis  
**Tussilago petasites** Th.  
**Ulex europaeus** (n. Sinclair  
 und Andere.)

## Kryptogamen.

**Collema limosum** Ppb.  
**Dicranum varium** Ppb. u.  
 Esb.  
**D. rufescens** Esb.  
**Didymodon pusillum** Esb.  
**Grimmia lanceolata** Ppb. u.  
 Esb.  
**G. nigrita** Ppb.

**G. Starkeana** Ppb.  
**Gymnostomum ovatum** Ppb.  
 u. Esb.  
**Gym. fasciculare** Esb.  
**Lecidea sanguineo-atra** Ppb.  
**Phascum muticum**, patens  
 und serratum Esb.

Sämmtlich auch auf starkem Lehmboden vorkommend. Esb.

# Pflanzen des Lehmbodens.

## Phänerogamen.

(Nach Grome, Thaez u.)

**Agrimonia Eupatoria**  
**Anagallis phoenicea** n. coe-  
 rula Ppb.  
**Bromus secalinus** und ar-  
 vensis  
**Carduus crispus**  
**Cichorium Intybus**  
**Cnicus lanceolatus**

**Equisetum arvense**  
**Geranium rotundifolium**  
**Inula dysenterica** Ppb.  
**Leontodon Taraxacum**  
**Lygopsis arvensis**  
**Lolium perenne**  
**Lotus corniculatus**  
**Matricaria Chamomilla**

\*) Ganz andere Gewächse als hier erscheinen, wo der Thonboden, aus Mangel an Wasserableitung, nasse und sumpfige Stellen einnimmt.

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| <i>Nigella arvensis</i> (vid. Kalk-<br>boden.)       | <i>Poa trivialis</i>          |
| <i>Plantago lanceolata</i> , media<br>und major Ppb. | <i>Prunella vulgaris</i>      |
| <i>Potentilla reptans</i> und ar-<br>gentea          | <i>Rumex crispus</i>          |
| <i>Polygonum Convolvulus</i>                         | <i>Thlaspi campestre</i> Ppb. |
|  | <i>Valeriana olitoria</i>     |
|  | <i>Veronica arvensis</i>      |

## Kryptogramen.

NB. Außer den vorher beim Thonboden schon angeführten.

|                                       |                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Endocarpum squamulosum</i><br>Ppb. | <i>L. paradoxa</i> (vesicularis) |
| <i>Equisetum arvense</i> Ppb.         | <i>Verrucaria epigea</i> Ppb.    |
| <i>Lecidea limosa</i> Ppb.            | <i>Urceolaria argillosa</i> Ppb. |

Pflanzen des Kalkgebirges und des  
Kalkbodens.

## Phanerogamen.

|   |  |
|---|--|
| <i>Aconit. aestivalis</i> Ppb. Gr.  | * <i>Daphne Mezereum</i> Ppb.                            |
| <i>Aemone sylvestris</i> Ppb. Gr.   | Gr., Efb. u. Hdg. (selten<br>auf Sandstein)              |
| <i>Antirrhinum Elatine</i> Ppb.   | <i>D. Cneorum</i> Roh., Efb.                             |
| <i>A. alpinum</i> Roh.  | <i>Dianthus Caryophyllus</i> Roh.                        |
| <i>A. spurium</i> Ppb.  | Efb.   |
| <i>Arbutus Uva ursi</i> (Mackay<br>in Irland.)                              | * <i>Euphorbia Exigua</i> Ppb.                           |
| <i>Asclepias Vincetoxicum</i> Ppb.  | Gr.  |
| Gr. (auch auf Sandstein Efb.)   | <i>Euphrasia lutea</i> Ppb.                              |
| * <i>Atropa Belladonna</i> Ppb.,  | * <i>Elymus europaeus</i> Hdg.                           |
| Gr. u. Hdg. (auf vielem<br>Kalkgehalt)                                      | <i>Gentiana ciliata</i> Ppb.                             |
| <i>Bupleurum rotundifolium</i>  | <i>G. eruciata</i> Ppb.                                  |
| Ppb. u. Gr. (bei vielem Kalk-<br>gehalt.)                                   | <i>Geranium columbinum</i> Ppb.                          |
| <i>B. falcatum</i> Ppb. auch lon-<br>gifolium Gr.                           | Gr.  |
| * <i>Caucalis daucoides</i> , gran-<br>diflora und latifolia Ppb.<br>u. Gr. | <i>G. dissectum</i> Ppb. Gr.                             |
| <i>Chara vulgaris</i>   | (Die beiden treten zuweilen auch<br>auf Sandstein, Efb.) |
| * <i>Cypripedium Calceolus</i><br>Efb.                                      | * <i>Hedysarum Onobrychis</i><br>Ppb., Gr. u. Ab.        |
|   | <i>Hippophae rhamnoides</i> Ppb.                         |
|   | <i>Juniperus communis</i> u. vir-<br>giniana             |

*Lathyrus sylvestris* Hbgn.  
Er.

\* *L. tuberosus* Ppb. (nach Er.  
auf Thonboden)

*Lilium bulbiferum* Ppb.

*Litospermum purpureo-coeruleum* Ppb. Er.

*L. officinale* Er.

\* *Medicago falcata* Ppb. Er.

*M. lupulina* Ppb.

\* *Mercurialis perennis* Hbgn.  
(Selten auch auf Basalt Esb.)

*Nigella argensis* Esb.

*Ophrys insectifera* Lf.

\* *Orobanchus niger* Hbgn.

*O. luteus* Roh.

*Papaver alpinum* Roh.

*Paris quadrifolia* Esb.

\* *Physalis Alkekengi* Hbgn.

*Rubus caesius* Er. Hbgn.

*Rubus saxatilis* Esb.

*Sambucus racemosa* Ppb.

*Satyrion Epipogium* Lf.

*Saxifraga cuneifolia* Roh.

*Sedum hispanicum*, *dasyphyllum* u. *atratum* Roh.

*Sedum album* Hbgn.

\* *Serapias rubra* Hbgn.

*S. atrorubens* (Hofm.) Esb.

*Seseli annuum* Ppb. Er.

*Sorbus aucuparia* Ppb. (sehr häufig auf Kalt Hbgn.)

*Stachis annua* Esb.

*Stellera Passerina*

\* *Taxus baccata* Ppb. Er. Hbgn.

*Teucrium lusitanicum*, *valentinum* u. *aureum* Lf.

*Teucrium Botrys* Esb.

\* *Tussilago Farfara* Hbgn.

Bom. Kaltboden führt Erome außerdem noch besonders folgende an:

Bei starkem Kaltgehalte des Bodens.

*Coronilla coronata*

*Cynosurus coeruleus*

*Eryngium campestre*

*Leucoium vernum*

*Reseda lutea*

Bei schwächerem Kaltgehalte.

*Aira caespitosa*

*Alyssum calycinum*

*Athamanta Oreoselinum*

*Cnicus acaulis*

*Dipsacus sylvestris*

*Hypochoeris glabra*

*Laserpitium latifolium*

*Plantago media*

*Salvia pratensis*

*Scherardia arvensis*

*Thalictrum minus*

Bei ganz geringem Kaltgehalte des Bodens. Derselbe.

*Anagallis coerulea*

*Anemone pratensis*

*Anthyllis Vulneraria*

*Anthemis tinctoria*

*Campanula persicifolia*

*Centaurea paniculata*

*Cistus Helianthemum*

*Coronilla varia*

*Cucubalus Behen*

*Oxytropis montana*

*Pimpinella saxifraga* und *dissecta*

*Prunella grandiflora*  
*Scabiosa columbaria*  
*Sherardia arvensis*  
*Silene chlorantha*  
*Sium Falcaria*

*Stachis recta*  
*Trifolium montanum*  
*Veronica longifolia*  
*Vicia sylvatica*

Außerdem werden auf dem Kalkgebirge hinsichtlich ihres Gedeihens und ihrer zahlreichen Verbreitung noch folgende besonders begünstigt:

Die Geschlechter *Acer*, *Crataegus*, *Juniperus*, *Prunus*,  
*Pyrus*; ferner

*Castanea vesca* und *Inglans regia*;

*Papaver Rhöas* und *Thymus Serpyllum*;

*Sinapis arvensis* und *Sedum acre* etc.

wogegen der größte Theil aller Gewächse des Sandbodens und noch viele andere vom Kalkboden entweder ganz verwiesen sind, oder darauf nur schlecht gedeihen, z. B. der Taback, Krapp, die Birken, Kiefern und Eichen, *Rhododendron ferrug.* und die meisten Heiden.

Es folgen nun die

#### Kryptogamen des Kalkbodens.

*Barbula rigida* Esb.

*Collema marginale*, nigrum  
 und tunaeforme Ppd.

*Encalypta streptocarpa* Esb.

*Grimmia pussilla* Ppd.

*Hypnum pyriforme* Ppd.

*Lecanora lentigera* Esb.

*L. circinata* Ppd.

*L. crassa* Ppd.

*L. fulgens* Ppd.

*L. galactina* Ppd.

*L. sympagea* Ppd.

*L. testacea* Ppd.

*L. variabilis* Ppd.

*Lecanora versicolor* Ppd.

*Lecidea erythrotarpia* Ppd.

*L. immersa* Ppd.

*L. purpurascens* (Wulfenii)  
 Ppd.

*L. rupestris* Ppd.

*L. viridi flavescens* Ppd.

*L. decipiens* u. *vesicularis*  
 Esb.

*Lepraria cobaltiginea* Esb.

*Opegrapha calcaria* Ppd.

*Phascum curvicolium* und

*Flörkeanum* Esb.

*Solorina saccata* Esb.

#### Pflanzen des Gypsbodens.

##### Phanerogamen.

Mehrere Arten aus dem Geschlechte *Gypsophila*.

##### Kryptogamen.

*Gymnostomum curviro-*  
*strum* Ppd.

*Lecanora Schmithii* Ppd.

*Urceolaria gypsacea* Ppd.

# Pflanzen des Humusbodens.

(Nach Crome u.)

## Phanerogamen.

|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| Aira aquatica           | Glechoma hederacea       |
| Alopecurus pratensis    | Hydrocotyle vulgaris     |
| Alsine media            | Lamium purpureum         |
| Atriplex patula         | Lycopus europaeus        |
| Cerastium vulgatum      | Poa pratensis *          |
| Chrysanthemum inodorum  | Rhododendron ferrugineum |
| Dianthus superbus       | Sinapis arvensis         |
| Erysimum cheiranthoides | Urtica dioica            |

## Kryptogamen.

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Lecidea humosa (v. uliginosa) | Lecidea granulosa |
|-------------------------------|-------------------|

An Stellen, welche reich an thierischem Dünger sind, zeigen sich vorzüglich folgende Pflanzen:

(Ebenfalls nach Crome.)

|  |                     |
|--|---------------------|
| Amaranthus Blitum                            | Conium maculatum    |
| Artemisia vulgaris und Absinthium            | Datura Stramonium   |
| Atriplex hortensis                           | Fumaria officinalis |
| Chenopodium album, viride und Bonus Henricus | Marrubium vulgare   |
|  | Sisymbrium Sophia   |

# Pflanzen des salzigen Meersandes.

|                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Agrostis alba Mjr.             | Carex arenaria Mjr.              |
| Aira cariophylla Mjr.          | Crambe maritima Cr.              |
| Apargia hispida Mjr.           | Elymus arenarius Cr. u. Mjr.     |
| Arenaria peploides Mjr. u. Cr. | Glaux maritima Cr.               |
| Arundo arenaria u. baltica Cr. | Triticum junceum und acutum Mjr. |
| Bunias Kakile Cr.              | Salsola Kali und Soda Cr.        |
| Cakile maritima Mjr.           |                                  |

Auf anderm Meerschlamme und an Salzquellen erscheinen:

Bei vieler Masse und Salzgehalt:

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| Salicornia herbacea Mjr. | Chenopodium maritimum Mjr. |
| Aster Tripolium Mjr.     |                            |